

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Katedra elektroenergetiky

**Komplexní elektrická výbava
autonomního objektu, průzkum trhu**

**Complex electrical equipment for
autonomous objects, commerce market
reseach**

Ostrava 2011

Bc. Bronislav Horák

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Ostravě dne

.....

Bronislav Horák

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Petru Bernatovi, Ph.D. za věcné připomínky, cenné rady, vedení a pomoc bez kterých by tato diplomová práce nemohla vzniknout.

Dále bych rád poděkoval svým rodičům a blízkým za podporu a povzbuzení v náročném studiu.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je analyzovat a popsat autonomní zdroje elektrické energie, určit ekonomické, technické a uživatelské vlastnosti.

Teoretická část je zaměřena na:

- rozdělení zdrojů, možnosti využití, určení výkonu zdrojové soustavy
- přehled komerčně dostupných elektrických spotřebičů pro vybavení autonomního objektu (obytný přívěs a horská chata)
- návrh vybavení modelového objektu komerčně dostupnými zdroji a spotřebiči
- výpočet energetické náročnosti navržené soustavy pro modelový objekt
- zhodnocení navržených soustav z hlediska schopnosti zajištění energetických potřeb objektu v plně autonomním provozu bez možnosti připojení k distribuční síti elektrické energie
- vícekritériální srovnání technicko – ekonomických parametrů zvolených komponentů a sestav

V práci jsou sepsány základní poznatky o autonomních zdrojích.

Klíčová slova

Průzkum trhu, fotovoltaika, větrné zdroje, primární a sekundární zdroje, obnovitelné zdroje energie, solární panel, akumulátor, solární modul, měnič napětí, autonomní oblast, vodní zdroj, palivový článěk, regulátor nabíjení.

Abstrakt

The aim of this thesis is to analyze and describe the autonomous power supply, to determine the economic, technical and user properties.

The theoretical part is focused on:

- resource allocation, utilization, determining the power source system
- an overview of commercially available equipment, electrical appliances autonomous object (caravan and mountain cottage)
- equipment design object model commercially available sources and appliances
- calculating the energy performance of the proposed system for model building
- evaluation of the proposed system's capability to ensure energy building needs in a fully autonomous operation without connection to the electricity distribution network
- multi-criteria comparison of technical - economic parameters chosen components and assemblies

This work describes basic knowledge of the autonomous sources.

Key words

Market research, photovoltaics, wind resources , primary and secondary sources, renewable energy sources, solar panel, accumulator, solar module, inverter, autonomous region, water resource, fuel cell, charge controller.

Seznam použitých symbolů a zkratek

| | | |
|--------------|------------------------------|----------------|
| C | kapacita | [Ah] |
| U_s | systémové napětí | [V] |
| P | příkon | [W] |
| A_d | celková spotřeba energie | [Wh/d] |
| P_{MAX} | maximální příkon | [W] |
| $I_{Z\ MAX}$ | maximální proud zátěže | [A] |
| R_k | odpor kabelu | [Ω /m] |
| ΔU | úbytek napětí | [V] |
| P_{PV} | výkon fotovoltaického panelu | [Wp] |
| U_{0C} | napětí naprázdno | [V] |
| I_{SC} | proud nakrátko | [A] |

Obsah

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| 1 Potenciál obnovitelných zdrojů energie, možnosti využití | 11 |
| 1.1 FOTOVOLTAIKA | 12 |
| 1.1.1 Historie fotovoltaického článku | 12 |
| 1.1.2 Solární články | 13 |
| 1.1.3 Princip solárního článku | 13 |
| 1.1.4 Vlastnosti fotovoltaické přeměny | 14 |
| 1.1.5 Druhy solárních článků | 14 |
| 1.2 Větrné zdroje | 18 |
| 1.2.1 Historie větrné energie | 18 |
| 1.2.2 Druhy větrných elektráren | 18 |
| 1.2.3 Využití v ČR | 19 |
| 1.2.4 Účinnost a výhody přeměny energie větrných zdrojů | 20 |
| 1.3 Vodní zdroje | 20 |
| 1.3.1 Historie vodní energie | 20 |
| 1.3.2 Druhy vodních elektráren | 21 |
| 1.3.3 Účinnost a výhody přeměny energie vodních zdrojů | 23 |
| 1.4 Palivové články | 23 |
| 1.4.1 Historie palivového článku | 24 |
| 1.4.2 Konstrukce palivového článku | 24 |
| 1.4.3 Účinnost a problémová místa palivových článků | 25 |
| 1.5 Kogenerace | 25 |
| 1.5.1 Základní typy kogenerace | 25 |
| 1.5.2 Vlastnosti kogenerace | 26 |
| 1.6 Trigenerace | 26 |
| 1.7 Primární a sekundární zdroje | 27 |
| 2 Účinnost přeměny energie | 28 |
| 3 Technické řešení | 28 |
| 3.1 Systém nezávislý na rozvodné síti | 28 |
| 3.1.1 Systém s přímým napájením | 28 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.1.2 | Systém s akumulací elektrické energie | 28 |
| 3.1.3 | Hybridní ostrovní systémy | 29 |
| 3.2 | Systém dodávající energii do elektrorozvodné sítě..... | 30 |
| 4 | Autonomní elektrická výbava obytného přívěsu..... | 31 |
| 4.1 | Dimenzování | 31 |
| 4.2 | Spotřeba energie..... | 32 |
| 4.3 | Dimenzování solárního panelu..... | 34 |
| 4.4 | Dimenzování akumulátoru | 37 |
| 4.5 | Typy akumulátorů | 39 |
| 4.5.1 | Startovací akumulátory | 39 |
| 4.5.2 | Solární akumulátory | 40 |
| 4.5.3 | Stacionární (pevné) akumulátory | 40 |
| 4.5.4 | Gelové, bezúdržbové akumulátory..... | 40 |
| 4.6 | Dimenzování zbývajících součástí | 41 |
| 4.6.1 | Pojistky..... | 41 |
| 4.6.2 | Vedení | 42 |
| 4.6.3 | Regulátor nabíjení | 44 |
| 4.7 | Zdrojová sestava pro obytný přívěs | 45 |
| 4.8 | Cenová kalkulace pro obytný přívěs | 45 |
| 5 | Autonomní elektrická výbava horské chaty | 47 |
| 5.1 | Spotřeba energie..... | 48 |
| 5.2 | Dimenzování solárního panelu..... | 49 |
| 5.3 | Dimenzování větrné elektrárny | 49 |
| 5.4 | Dimenzování akumulátoru | 49 |
| 5.5 | Dimenzování zbývajících součástí | 50 |
| 5.5.1 | Pojistky..... | 50 |
| 5.5.2 | Vedení | 50 |
| 5.5.3 | Regulátor nabíjení | 51 |
| 5.5.4 | Měnič 24 V/ 230 V | 51 |
| 5.6 | Ohřev užitkové vody | 52 |
| 5.7 | Zdrojová soustava pro horskou chatu..... | 54 |
| 5.8 | Cenová kalkulace pro horskou chatu | 55 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.9 | Elektrocentrály | 56 |
| 6 | Přehled dostupných spotřebičů 12 V a 24 V ss..... | 57 |
| 7 | Závěr..... | 59 |
| 8 | Seznam použité literatury..... | 60 |
| | Přílohy | 62 |

ÚVOD

Energie byla člověkem využívána ještě dřív, než si to byl sám schopen uvědomit. V době kamenné lidé používali vlastní sílu lidí k získávání potravy a stavbě obydlí, později byla využita síla zvířat. Egypťané a jiné starověké národy uctívali Slunce jako boha, neboť znali naprostou závislost všeho života na slunečním záření.

Prvním energetickým zdrojem bylo dřevo. Předkové využívali pouze obnovitelné zdroje. Díky tomu byla zachována nezdevastovaná příroda až do 19. století.

Velký rozvoj techniky a průmyslu a s tím spojené emise skleníkových plynů mají za následek změnu klimatu a zhoršení ovzduší. Využívání obnovitelných zdrojů snižuje tyto následky.

Jako nejdůležitější pro obnovitelné zdroje je omezení fosilních paliv. Lidstvo je a bude na nich závislé, tedy na energii, kterou dokáží vyrobit pouze neobnovitelná paliva.

Mnoho finančních prostředků je vynakládáno na výzkum a vývoj využití obnovitelných zdrojů energie. Snahou je efektivní využití těchto zdrojů za co nejnižší náklady.

Téma obnovitelných zdrojů energie se v poslední době objevuje v nejrůznějších souvislostech. Tato diplomová práce se zabývá vývojem obnovitelných zdrojů a jejich možné využití v autonomních oblastech. Na základě vlastních výpočtů lze navrhnout objekt mimo distribuční síť, jako jsou např. silniční motorová vozidla, rekreační objekty, obytné přívěsy, a finanční porovnání jednotlivých typů.

V první části této práce jsou popsány základní vlastnosti různých typů autonomních zdrojů obecně jako celku a některé z jejich základních parametrů a vlastností.

Druhá část tvoří hlavní náplň této diplomové práce, a to návrhem objektu bez připojení k distribuční síti, průzkum trhu s prvky autonomních zdrojů. V této kapitole se orientuji na jednotlivé výrobce. Jak zahraniční, tak i tuzemské.

V další části uvádím základní přehled firem zabývajících se výrobou a instalací alternativních zdrojů elektrické energie.

Poslední část je zaměřena na konkrétní porovnání jednotlivých komponentů.

1 Potenciál obnovitelných zdrojů energie, možnosti využití

Většina obnovitelných zdrojů – energie větru, biomasy, vody, slunce – má původ ve slunečním záření, dopadající na zemskou kouli. Geotermální energie je výjimkou, ta vzniká různými procesy v nitru Země. Co se týče energie přílivu a odlivu, nepochází ze Slunce, ale z přitažlivosti Měsíce a Země.

Sluneční záření, které dopadá na Zemi, je k dispozici více než dost. Uvádí se, že za hodinu dopadne na zemskou kouli asi tolik solární energie, kolik je veškerá spotřeba primárních zdrojů na celé planetě za jeden rok. Roční spotřeba všech primárních zdrojů v ČR odpovídá sluneční energii, která dopadne za jeden rok na 0,7 % plochy republiky. Tato plocha odpovídá výměře polí, na kterých se v roce 2009 pěstovala cukrovka. Potenciál obnovitelných zdrojů je samozřejmě omezen. Pokud by byla veškerá orná půda, lesy a další zemědělská půda využita pro energetické účely, tvořil by zisk až 700 PJ, a to by byla více než polovina celkové energetické spotřeby. Ve skutečnosti je půda potřebná pro pěstování potravin a krmiv (jedná se také o energii). Potenciál využití větrné, vodní nebo geotermální energie je omezen. Zde je nutné najít lokalitu, která by vyhovovala přírodními podmínkami (dostatečná rychlost větru). Dále je zde důležitá role ekonomiky, postavit větrnou elektrárnu tam, kde nefouká vítr, ztrácí smysl.

Jiná situace je u sluneční energie, ta má téměř neomezený potenciál. I když slunce svítí zadarmo, získaná energie zadarmo není. Solární systém nebo elektrárna mají omezenou životnost a s náklady na pořízení promítající se do energie, kterou za svoji životnost dodají. Zatím platí, že cena solárních zařízení klesá. V roce 2000 zaplatil spotřebitel za jednotku necelé 2 Kč/kWh, zatímco v roce 2009 je to už kolem 4,50 Kč/kWh. Co se týče ceny elektřiny z fotovoltaických systémů, vyšla v roce 2000 asi na 17 Kč/kWh, v současnosti je to i méně než 10 Kč/kWh. Jestliže budou tyto trendy pokračovat, lze čekat velký rozvoj obnovitelných zdrojů. Pro vytápění je dřevní štěpek i peleta dávno levnější než zemní plyn, úplně nejlevnějším palivem je polenové dřevo. I přesto, že potenciál těchto zdrojů je velký, zásadním problémem je účinnost. U biomasy je velmi nízká. V podstatě sklizené rostliny obsahují méně než jedno procento sluneční energie. Je to tím, že rostliny využívají sluneční paprsky pouze několik měsíců vegetačního období.

Z hlediska účinnosti je výhodné přeměňovat sluneční záření na energii přímo. K tomuto nám slouží fotovoltaické panely.

1.1 FOTOVOLTAIKA

Fotovoltaika je obor, který se zabývá přeměnou energie slunečního záření na energii elektrickou.

1.1.1 Historie fotovoltaického článku

Historie fotovoltaického článku je datována k roku 1839. V tomto roce provedl francouzský fyzik Alexandre Edmond Becquerel pokusy s dvěma kovovými elektrodami umístěnými v elektrovedivém roztoku. Zjistil, že při osvětlení zařízení se zvýšilo napětí na elektrodách. Tak byl objeven fotovoltaický efekt.

Roku 1877 objevili William G. Adams a Richard E. Day fotovoltaický efekt na selenu a byl vyroben první solární článek.

Dalším důležitým krokem v historii byl objev způsobu růstu monokrystalu křemíku polským vědcem Czochralským v roce 1918. I když byl fotovoltaický efekt postupně objeven i u jiných prvků (např. selen, kadmia, oxid mědi), jako nejvýhodnější se ukázal křemík. Američan Russel Ohl (1941) bývá označován za vynálezce křemíkového solárního článku. Avšak 5. března 1954 D. M. Chapin, C. S. Fuller a G. L. Pearson požádali o patentování „převaděče solární energie“, tento jim byl přidělen. O měsíc později tito tři vynálezci předvedli křemíkové solární články s účinností 4,5 % a později 6 %.

Další vývoj solárního článku urychlilo rozhodnutí použít jej jako zdroj energie pro družice Země. Účinnost článku postupně stoupá a v roce 1958 dosahuje 9 %. Tato účinnost je dostačující na to, aby první umělá družice Spojených Států (Vanguard I.), která byla vypuštěna 17. března téhož roku, mohla být těmito články napájena (výkon 0,1 W, rozměry byly asi 100 cm², družice pracovala asi 8 let). Explorer VI, jenž byl vypuštěn o rok později, měl už solárních článků 9 600 o rozměrech 1 x 2 cm. Roku 1960 byla účinnost článků „neuvěřitelných“ 14 %. A tak první komunikační družice, legendární Telstar, mohla být zásobena zdrojem o výkonu 15 W.

I přesto, že v této době byly solární články vyráběny komerčně, kvůli jejich závratné ceně byly používány jen výjimečně.

Ani naftová krize v 70. letech nepřispěla k výraznému zlevnění solárních článků, ačkoliv ostatním alternativním zdrojům energie pomohla. Co se týkalo účinnosti běžných článků, zůstala na 12 – 15 %.

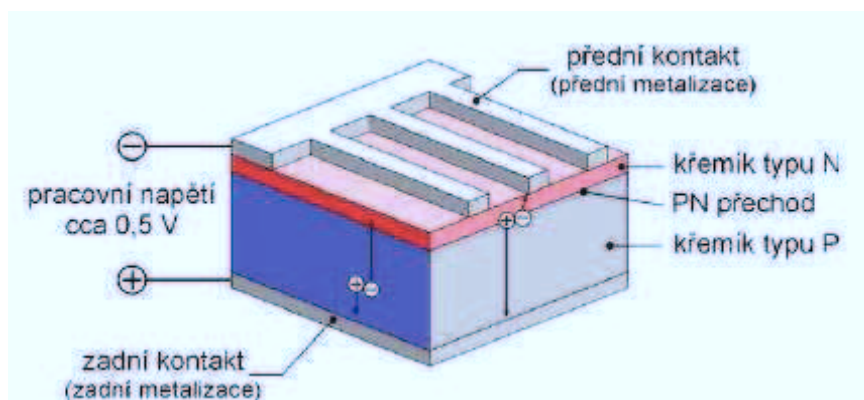
1.1.2 Solární článek

Zářivá energie Slunce se prostřednictvím solárních článků přeměňuje na elektrický proud pomocí fotoelektrického jevu. K účelu získávání elektrické energie se hodí pouze tzv. vnitřní fotoefekt, zejména fotoefekt na hradlové vrstvě. Při tomto fotoefektu elektrony vybuzené zářením neopouštějí látku, ale fungují jako volné nosiče náboje.

1.1.3 Princip solárního článku

Ať se jedná o jakýkoliv typ článku, vždy jde o velkoplošnou polovodičovou součástku s jedním nebo i více PN přechody. U komerčně vyráběných solárních článků nejsou rozměry větší než 200 mm a jejich tloušťka nepřesahuje 400 μm . Jde tedy o velmi tenké destičky. Přední strana solárního článku je přizpůsobena k pohlcování slunečního záření. Ve většině případů jsou solární články opatřeny z přední i zadní strany kovovými kontakty pro připojení sběrných vodičů. Strany destičky jsou obohaceny atomy vhodných prvků tak, aby jedna ze stran byla kladná a druhá strana záporná. Ozáření solárního článku jsou vybuzeny elektricky nabitě částice, jedná se o pár elektron – díra. Elektrony a díry jsou poté separovány vnitřním elektrickým polem přechodu PN. Rozdělení náboje má za následek napěťový rozdíl mezi předním záporným a zadním kladným kontaktem článku. Zátěží, která je připojena mezi oba kontakty, protéká stejnosměrný elektrický proud. Tento proud je přímo úměrný ploše solárního článku a intenzitě dopadajícího slunečního záření.

Typickými parametry solárního článku je napětí naprázdno U_{OC} , proud nakrátko I_{SC} , faktor zaplnění, intenzita záření 1000 Wm^{-2} při AM 1,5 a teplotě 25 °C.



Obrázek 1

Schéma solárního článku

1.1.4 Vlastnosti fotovoltaické přeměny

Fotovoltaická přeměna světelné energie na elektrickou probíhá bez mechanických pohyblivých dílů. Tímto odpadá na rozdíl od motorů a generátorů opotřebení a ztráty třením a také mazání a údržba.

Rozhodující přednosti solárních článků ve srovnání s jinou technologií přeměny energie jsou:

- solární články nepotřebují žádnou pohonnou látku
- solární články nemají žádné opotřebení
- solární články nevytvářejí žádný hluk, žádné znečištění, žádné zplodiny a zápach
- solární články nevytvářejí při výrobě elektřiny CO_2

Díky těmto důvodům je fotovoltaika pokládána za metodu výroby elektrické energie, která je nejpríznivější k životnímu prostředí.

Má také své nevýhody:

- nezajišťuje pravidelnou dodávku energie
- ve srovnání s elektrárnou je potřeba velké plochy v zástavbě k získání stejného výkonu
- velká energetická náročnost výroby solárních článků a jejich vysoká výrobní cena

1.1.5 Druhy solárních článků

První komerčně uvedený fotovoltaický křemíkový článek byl vyvinut v roce 1954. Od té doby vzniklo velké množství různých technologií výroby solárních článků využívajících vlastnosti různých polovodičových materiálů. Pouze několik z nich má uplatnění v hromadné výrobě. Rozhodujícím parametrem každé technologie je cena solárního článku za jeden W. Vývojová a výzkumná pracoviště na celém světě se snaží snížit cenu využitím nových základních materiálů, zvýšením účinnosti nebo levnějšími technologickými postupy. Mimo cenu jsou důležitými vlastnostmi účinnost a stabilita elektrických parametrů. Při porovnání jednotlivých technologií musíme přihlížet i k těmto vlastnostem.

V dnešní době je většina solárních článků založena na křemíku. Důvodem je to, že křemík je druhým nejčastěji se vyskytujícím prvkem na Zemi a vykazuje výhodné fyzikální a technologické vlastnosti.

Dnes je možné rozdělit dostupné solární články podle principu do čtyř skupin:

- první skupina, tzv. klasické solární články:
 - monokrystalické solární články
 - polykrystalické solární články
 - amorfni solární články
- druhá skupina:
 - tenkovrstvé články
- třetí skupina:
 - MIS s inverzní vrstvou
- čtvrtá skupina:
 - z polovodivých sloučenin

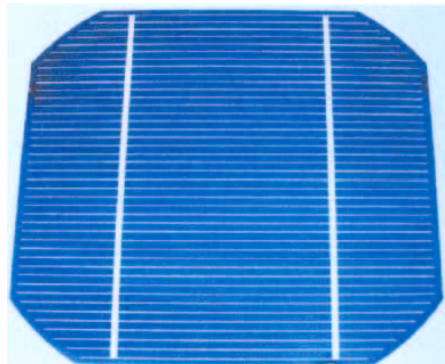
Klasické solární články

V současné době je nejvíce používaným materiálem pro výrobu solárních článků krystalický křemík. Oxid křemičitý je zastoupen v zemské kůře 30 %, takže s dostupností není problém. Technologie zpracování křemíku je v polovodičovém průmyslu dobře zvládnutá. Výchozím materiálem je čistý křemičitý písek. Výsledkem složitého a energeticky náročného technologického postupu je polykrystalický křemík o vysoké čistotě. V praxi je však pro výrobu solárního článku použit odpadový křemík z polovodičového průmyslu. Jeho vysoká cena významně zasahuje do konečné ceny systému. Proto jsou výzkumné a vývojové práce zaměřeny na snížení ztrát v průběhu přípravy křemíku, na nalezení a zavedení energeticky úsporných postupů.

Monokrystalické solární články

Tyto články jsou vyráběny z monokrystalického křemíku (skládají se z jednoho krystalu s pravidelnou mřížkou) převážně metodou Czochralského tažením monokrystalu z taveniny. Na konci procesu je získán monokrystalický křemíkový válec – ingot o průměru 125 – 300 mm. Válec je ořezán do tvaru hranolu. Destičky o tloušťce 125 – 360 μm . Tyto destičky jsou získávány rozřezáním kvádrů speciální drátovou pilou.

V současnosti se jedná o nepoužívanější a nejpropracovanější solární článek. Laboratorně se u nich dá dosáhnout účinnosti přeměny energie až 24 %, v praxi 14 – 17 %.



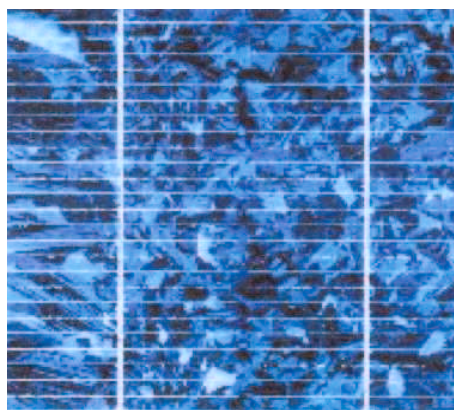
Obrázek 2

Solární článek z monokrystalického křemíku

(charakteristický svými zakulacenými rohy, je odřezáván z kotouče o \varnothing 12,7 cm)

Polykrystalické solární články

Jsou vyráběny z polykrystalického křemíku (jsou složeny z mnoha různě orientovaných krystalů) Siemensovou metodou. Mohou být považovány za paralelní spojení mnoha monokrystalických solárních článků. Jsou levnější, ale tato přednost je na úkor menší účinnosti přeměny energie než u článků z monokrystalického křemíku. U těchto článků je účinnost asi 10 – 14 %. S dobou použití účinnost klesá více než u článků z monokrystalického křemíku.



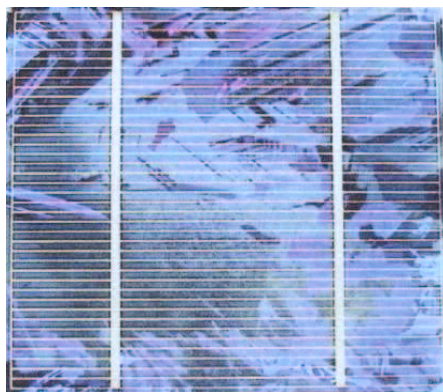
Obrázek 3

Solární článek z polykrystalického křemíku

(přesně čtvercové rozměry – je odléván v krychlich)

Amorfní solární články

Tyto články jsou řazeny mezi tenkovrstvé solární články. Vyrábějí se z amorfního křemíku (atomy jsou uspořádány nahodile – na skleněném substrátu je napařen křemík). Roku 1974 byla prvně použita nekystalická forma křemíku ve fotovoltaice. V roce 1996 tvořil podíl amorfního křemíku na celosvětové produkci 15 %. V oblasti malých výkonů jsou velmi rozšířené kapesní kalkulátory. S výhodou jsou použity v systémech zabudovaných do budov místo prosklených ploch. Na rozdíl od krystalických materiálů nejsou vyráběny jednotlivé články, ale jsou vytvářeny celé moduly najednou. V laboratořích se dosahuje účinnosti přeměny energie 10 %, v praxi 2 % – 7 %. Problémem těchto článků je nedostatečná dlouhodobá stabilita, která je podstatně menší než u ostatních druhů článků.



Obrázek 4

Solární článek z amorfního křemíku

Tenkovrstvé články nebývají silnější než několik μm , co se týče klasických solárních článků, mají z důvodu stability tloušťku 0,2 – 0,3 mm a potřebují podstatně méně základního materiálu.

Solární články MIS s inverzní vrstvou

U třetí skupiny článků, je použit polykrystalický nebo monokrystalický křemík. Zkratka MIS znamená Metal – Insulator – Semiconductor, to je kov – izolátor – polovodič. Tato struktura nevyžaduje přípravu přechodu p-n dotací, vrstva opačného typu vodivosti, tzv. vrstva inverzní, se vytváří díky vlastnostem použitých materiálů na rozhraní automaticky. Účinnost přeměny energie je dosažena u polykrystalických 13 % a u monokrystalických 15 %. Solární článek MIS je citlivý také na spodní straně. Účinnost u monokrystalických na spodní straně je 13,8 %, při oboustranném ozáření, například montáží na bílou stěnu, je účinnost asi 22 %.

1.2 Větrné zdroje

Hlavní výhodou těchto elektráren je, že během svého provozu nepotřebují žádné palivo a neprodukují žádné emise. Toto vede ke snížení koncentrace CO_2 v atmosféře, ale také ke snížení dalších emisí z tuhých paliv. Vzhledem k tomu, že nepotřebují žádné palivo, nevyvolávají ani dopravní zatížení.

Pohyb větru je většinou vodorovný a je charakterizován směrem, silou nebo rychlostí měřenou podle Beaufortovy stupnice. Pokud není uvedeno jinak, rozumí se (i v odborné literatuře) pod pojmem vítr pouze horizontální složka proudění vzduchu. Energie vzdušných proudů má horizontální pohyb vzhledem k zemskému povrchu. Vzdušné proudy vznikají nerovnoměrným zahříváním vzduchu slunečním zářením, takže prvotním zdrojem jejich energie je Slunce. Využitelná energie vzdušných proudů je asi 500krát větší, než výkon všech elektráren na světě. Zatím se využívá jen zanedbatelná část této energie.

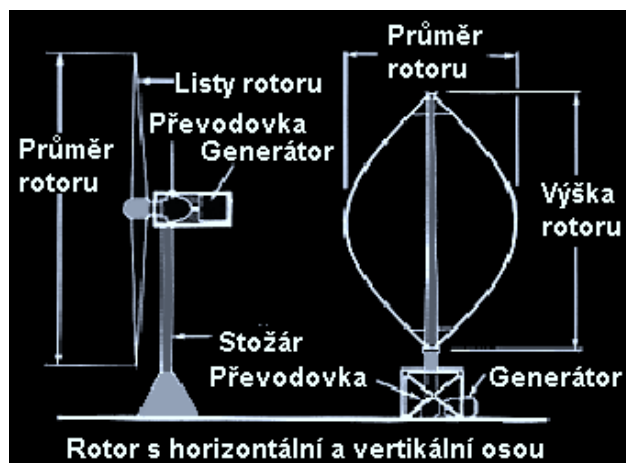
1.2.1 Historie větrné energie

Větrná energie byla většinou využívána ve větrných mlýnech pro mletí obilí a čerpání vody (tzv. farmářská větrná kola). Přibližně posledních sto let se využívá i k výrobě elektřiny. Několikamegawattové elektrárny se vyvíjejí pro využití na moři, kde jsou velmi příznivé větrné podmínky.

1.2.2 Druhy větrných elektráren

První větrný motor vyrábějící elektrický proud vyrobil Poul la Cour v roce 1891. Vyrobený proud používal pro elektrolýzu.

Větrné elektrárny jsou moderními nástupci větrných mlýnů. Podle druhu se dělí na ty, které mají horizontální osu otáčení a vertikální osu otáčení. Nejlepších technických parametrů dosahují motory s horizontální osou. Jejich nevýhodou je, že se musí natáčet na směr větru.



Obrázek 5

Porovnání konstrukce agregátu s horizontální a vertikální osou

Větrné elektrárny s horizontální osou

Tyto elektrárny se skládají ze stožáru, strojovny a větrné turbíny. Strojovna s větrnou turbínou je vůči stožáru otočná, čímž se zajišťuje orientace na směr větru. Větrná turbína má většinou dvě až tři natáčecí lopatky zabezpečující konstantní otáčky při různých rychlostech větru.

Větrné elektrárny s vertikální osou

Elektrárny jsou na první pohled konstrukčně jednodušší, avšak pro správnou funkci je potřebné mimořádně náročné nastavení aerodynamiky listů rotoru.

Výhodou je, že nepotřebují natáčení na směr větru.

Nevýhodou je malý záběrový moment, a proto je nutné roztočit je na jmenovité otáčky externím zdrojem.

1.2.3 Využití v ČR

Česká republika patří k zemím, ve kterých se energie větru moc nevyužívá. Je známo, že v současné době jsou asi 4 % naší celkové spotřeby elektřiny z větrných zdrojů. V České republice fungovalo v polovině roku 2009 asi 80 větrných elektráren a větrných farem.

1.2.4 Účinnost a výhody přeměny energie větrných zdrojů

Účinnost přeměny větrné energie na elektrickou je 40 % – 45 %.

Přednosti větrných zdrojů ve srovnání s jinou technologií přeměny energie jsou:

- ekonomický provoz
- téměř nulové provozní náklady
- neohrožují životní prostředí, nevytvářejí žádný škodlivý odpad

Nevýhody větrných zdrojů:

- velmi vysoká závislost výkonu na momentálních povětrnostních podmínkách – výkon značně kolísá
- relativně malý výkon jedné věže – pro větší kapacitu je třeba využít velkou plochu, což má negativní vliv na ráz krajiny
- vysoká pořizovací cena nosné konstrukce a větrného motoru s generátorem
- v případě dodávky do veřejné elektrizační soustavy, je nákladné zařízení na regulaci kmitočtu střídavého proudu

Mimo tyto vlastnosti je nutno počítat se změnou rázu krajiny a tím spojené nebezpečí pro tažné ptáky, kteří i naopak mohou ohrozit bezporuchový chod.

1.3 Vodní zdroje

Energie vodních toků se řadí mezi nejstarší využívané zdroje. I dnešní době hraje významnou roli. Energie vodního kola se již od středověku využívá pro jeho velmi pestrou paletu nejrůznějších lidských činností, jde o důležitý zdroj mechanické energie využívaný ve starých provozech, jako byly mlýny, pily, později manufaktury. Moderní vodní turbíny nacházejí své uplatnění výhradně při výrobě elektrického proudu. V dnešní době již máme k dispozici velmi účinné vodní motory, které zajistí velmi ekonomickou a efektivní přeměnu energie vody na energii mechanickou, následně pak elektrickou.

1.3.1 Historie vodní energie

Historie využívání vodní energie je neodmyslitelně spojena s vývojem civilizace. Vodní energie umožnila vytvořit potřebnou technickou základnu pro rozvoj technologie vodních motorů. Tento vývoj lze sledovat po dobu více jak 22 století.

Snad poprvé bylo konstruováno vodní kolo s vertikální hřídelí pro pohon mlýnských kamenů ve 2. století př. n. l. v Ilyrii (západní část Balkánského poloostrova). Jedná se o první

aplikaci neústrojné přírodní síly na zařízení vázané na pevné místo.

1.3.2 Druhy vodních elektráren

Konec 18. století představuje vrchol vývoje vodního kola. Současně jsou objevována nová řešení vodních motorů pracujících na reakčním principu (Barkerův mlýn, 1745, Segnerovo kolo, 1750), vedoucí k vývoji vodní turbíny.

Návrh Eulerova stroje roku 1754 umožnil dosáhnout účinnosti až 70 %. Roku 1826 byl navrženo profesorem Claudiem Burdujem řešení vodního motoru nazvaného „turbinens“, který se stal předobrazem současných přetlakových turbín. Vlivem špatného lopatkování měl stroj malou účinnost, a tak se v praxi moc neuplatnil. Benoit Fourneyron roku 1827 zdokonalil toto řešení a sestrojil první přetlakovou turbínu, která se uplatnila.

Průtočná vodní elektrárna

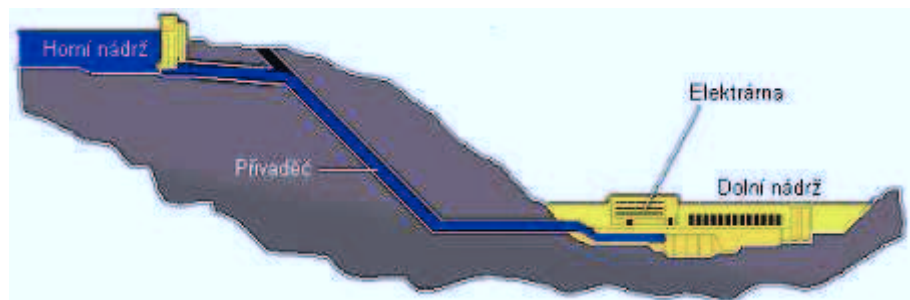
V tomto pracovním režimu pracuje elektrárna bez akumulace vody a využívá množství vody protékající řečištěm až do maximální hltlosti vodních turbín, na kterou je elektrárna dimenzována. Nad využitelnou mez přepadá zbytek průtoku jalově přes jez. Tyto elektrárny jsou budovány na říčních kanálech. Voda je přiváděna jezem nebo náhonem přímo do elektrárny. V případě malého spádu je použita Kaplanova turbína.

Akumulační vodní elektrárna

Provoz těchto elektráren je založen na akumulaci vodní masy, a tedy i kinetické a potenciální energii vody. Do této skupiny patří přehradové a přečerpávací vodní elektrárny. Nejčastěji se osazují Francoisovou nebo Kaplanovou vodní turbínou, pro vysoké spády se používá Peltonova turbína.

Přečerpávací akumulační elektrárna

V principu se jedná o soustavu dvou výškově rozdílně položených vodních nádrží, které jsou spojeny tlakovým potrubím, na němž je ve spodní části umístěna turbína s elektrickým generátorem. Ta vyrábí elektřinu pro elektrizační soustavu v době energetické potřeby, v době útlu se voda z dolní nádrže přečerpává do horní nádrže, kde její potenciál energie čeká na využití v době potřeby.



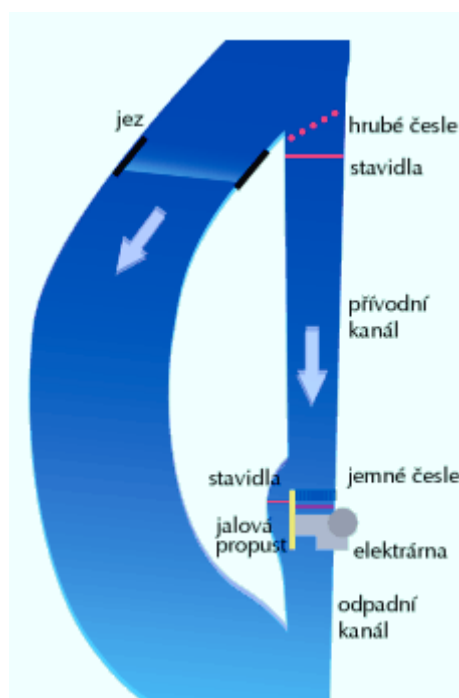
Obrázek 6

Schéma přečerpávací vodní elektrárny

Derivační vodní elektrárny

Derivační elektrárny nazýváme také jako říční. Využívají přirozeného toku řeky. Část toku řeky je odkloněna kanálem nebo přiváděčem k turbínám, které pohánějí generátor. Přivodním kanálem získává voda větší výškový rozdíl.

Výhodou těchto vodních děl je, že za povodní je více chráněna, protože se k provozu vede jen potřebné množství vody. Nevýhodou je pracná údržba dlouhého náhonu.



Obrázek 7

Schéma derivační vodní elektrárny

Přílivové vodní elektrárny

Jedná se o zvláštní druh elektráren využívající změn výšky hladiny oceánu při střídání přílivové vody přitékající při přílivu do nádrže a odtékající z nádrží při odlivu. Obvykle se jedná o přehrazený záliv s turbínami v hrázi. Tento druh elektráren zatím není moc rozšířen. Elektrárny jsou budovány v místech s velkým přílivem, například na atlantickém pobřeží Francie.

1.3.3 Účinnost a výhody přeměny energie vodních zdrojů

V dnešní době je účinnost přeměny vodní potenciální energie na elektrickou při větším výškovém spádu mezi 85 % – 90 %, při využití přímého proudění v řekách je účinnost o dost nižší, asi 50 %.

Rozhodující přednosti vodních zdrojů ve srovnání s jinou technologií přeměny energie jsou:

- výroba „čisté“ energie bez škodlivých emisí a odpadů
- není využito fosilních paliv
- efektivnost elektrizační soustavy zvyšuje pružné pokrývání spotřeby a schopnost akumulace energie a její využití ve špičkách
- malá vlastní spotřeba energie a vysoká účinnost přeměny

Nevýhody vodních zdrojů:

- závislost na velikosti průtoku, nerovnoměrnost dodávky
- vysoké náklady na vybudování vodního díla

Ekologické problémy:

- zanášení přehradních nádrží a jejich eutrofizace (jedná se o zmrtnění v důsledku přemnožení především vodních řas)
- lokální negativní změny životního prostředí
- možnost havárie, protržení hráze

1.4 Palivové články

V dnešní době je palivový článek označován jako jeden z nejnadějnějších alternativních elektrochemických zdrojů pro mobilní, ale i stacionární využití. Ve své podstatě se jedná o systémy, které chemickou energii elektroaktivních materiálů (paliva a oxidovadla) převádějí přímo na elektrický proud. Jde o zdroj klasické konstrukce s elektrodami. Aktivní

materiály jsou přiváděny přímo na elektrody, kde reagují, přičemž se elektrody neúčastní chemické reakce. Elektrody těchto systémů plní pouze katalytickou funkci, což je hlavní rozdíl mezi primárními a sekundárními zdroji. Tato skutečnost představuje velmi velké plus, protože tyto články mohou být provozovány v kontinuálním režimu s neustálým přísunem paliva a mohou být v provozu teoreticky neomezenou dobu. Jejich životnost je prakticky omezena životností elektrod.

1.4.1 Historie palivového článku

I když palivové články jsou v podstatě hitem posledních roků, jejich historie je stará již dvě stovky let.

V době bouřlivého rozmachu elektrochemie byl roku 1836 sirem Williamem Robertem Grovem poprvé zkonstruován palivový článek. V této době se tyto zajímavé elektrochemické zdroje ještě nenazývaly palivové, tento přídomek jim roku 1889 poprvé dali pánové Ludwig Mond a Charles Langer.

Prvním palivovým článkem byl jednoduchý systém několika zkumavek s kyslíkem (anoda a katoda), jejichž středem probíhal platinový drát. Jako roztok elektrolytu byla použita kyselina sírová.

Podruhé byl palivový článek objeven pro veřejnost roku 1952 Thomasem Baconem. Sestrojil velmi výkonný alkalický článek na bázi KOH s výkonem 5kW. Jedná se o článek využívající jako elektrolytu roztoku hydroxidu draselného. Avšak skutečný revoluční přelom u těchto zdrojů přichází až s jejich nasazením v kosmickém programu Apollo v šedesátých letech.

V dnešní době jsou tyto zdroje zkoumány ve všech světových technologických centrech, protože jejich potenciál jako alternativních zdrojů energie je nesporný.

1.4.2 Konstrukce palivového článku

V současné době je palivový článek postaven v drtivé většině na sendvičové konstrukci, kdy jednotlivé vrstvy článku mají odlišné funkce a jsou fixovány těsně na sebe. Toto konstrukční řešení umožňuje zvyšovat výkon článku bez významného nárůstu jeho rozměrů.

Kromě vlastních elektrodových úchyťů jsou základními konstrukčními prvky membránové konstrukce. Anodový i katodový elektrodový prostor je ohraničen plošnou membránovou strukturou, jež je tvořena velmi jemnými kovovými sítěmi z katalyticky aktivních materiálů na bázi palladia a platiny. Tyto dvě základní elektrodové struktury jsou odděleny speciální membránou nazvanou PEM (Proton Exchange Membrane), na této membráně dochází k výměně vlastních nábojových struktur – iontů.

1.4.3 Účinnost a problémová místa palivových článků

Účinnost palivových článků se liší podle provedení, konstrukce a použité technologie. Je-li uvažována vlastní účinnost přeměny chemické energie na elektrickou, je dosahována z hlediska energetiky v rozmezí 40 % – 85 %.

U všech variant elektrochemických zdrojů je problémovým místem vysoká cena materiálu elektrodových katalytických bloků, iontových membrán, elektrolytu. Velmi důležitá je i cena transportu a skladování paliva. V případě vodíkových alternativ se jedná o velmi limitující faktor.

Dost velkou nevýhodou palivového článku je jeho pomalá reakce na změnu zátěže. To znamená, že palivový článek není schopen dostatečně rychlé odezvy na změnu proudových nároků. Tímto je praktické využití zúženo pouze na aplikace předpokládající konstantní proudový odběr. Tento nedostatek lze odstranit použitím paralelně řazeného velkého elektrochemického kondenzátoru nebo akumulátoru.

1.5 Kogenerace

Při výrobě elektrické energie spalováním fosilních paliv nebo biomasy vzniká teplo. Principem kogenerace, to je kombinovaná výroba tepla a elektrické energie, je toto teplo využít a zvýšit tak účinnost paliv. V dnešní době při výrobě elektřiny ve velkých tepelných elektrárnách, jedná se o uhelné a jaderné, je využito zhruba 32 % energie obsažené v palivu, zbytek je bez užitku odváděn do vzduchu chladícími věžemi. V opačném případě existuje mnoho městských výtopen a větších kotelen, které z uhlí vyrábějí pouze teplo, ačkoliv by mohly zároveň produkovat i elektřinu. Kogeneraci je možno využít ke zvýšení efektivity malých zdrojů a k decentralizaci výroby elektřiny. Toto řešení s sebou nese snížení ztrát v elektrorozvodné síti a vyšší bezpečnost dodávek. Výpadek jednoho menšího zdroje nemá významný vliv na dodávku.

Díky kombinované výrobě tepla a elektřiny v jednom zařízení je možno dosáhnout vysoké efektivity a využití, pohybující se přes 90 % energetického obsahu paliva.

1.5.1 Základní typy kogenerace

Velká kogenerace

Zde je součtová velikost zdrojů v jedné lokalitě v jednotkách až stovkách MW tepelného výkonu a k tomu dle použitého typu tepelného stroje i odpovídající elektrický výkon. Jako tepelný stroj je využita parní turbína.

Decentralizovaná kogenerace

U těchto typů je použit tepelný stroj o elektrickém výkonu v řádu desítek až stovek kW a tomu odpovídající velikost tepelného výkonu. Obvykle tyto kogenerační jednotky nejsou napojeny na žádnou rozsáhlou teplotní soustavu a jsou řešeny na požadavky konkrétního odběratele v dané lokalitě. Zde je použit jako tepelný stroj spalovací motor, zejména kvůli jeho kompaktnosti a jednoduché obsluze.

Mikrokogenerace

Tento typ je individuálním použitím principu společné výroby elektrické energie a tepla pro objekty velikosti rodinného domu. Jedná se o soustavu s elektrickým výkonem od 1 kW maximálně do 10 kW. Mikrokogenerace je zatím převážně vázána na spalovací motory s vnitřním spalováním a na použití ušlechtilého plynného paliva. Použití jiného levnějšího druhu paliva, jako je například biomasa, je vázáno na investičně náročné a zatím v praxi málo ověřené řešení.

1.5.2 Vlastnosti kogenerace

Kogenerační jednotku je vhodné instalovat zejména v případě, že je garantován celoroční odběr tepelné energie, jedná se o soustavy, kdy se i v mimo topném období připravuje teplá užitková voda. Vždy však záleží na technicko ekonomickém vyhodnocení podmínek jednotlivých instalací.

Mezi hlavní výhody patří nízké emise škodlivin ve srovnání s uhlím a vysoká efektivita využití paliva. Výrobce může přebytky vyrobené energie prodávat do veřejné rozvodné sítě, tím je výrazně ovlivněna návratnost finančních prostředků.

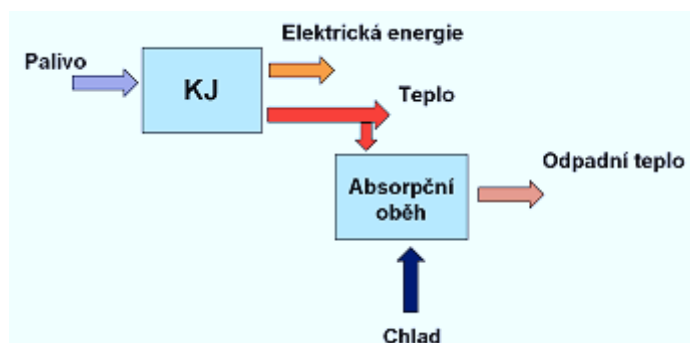
Kromě výhod přináší kogenerace i nevýhody v podobě poměrně vysokých investičních nákladů na pořízení a servis.

1.6 Trigenerace

Tímto pojmem se označuje systém umožňující společnou výrobu elektrické energie, tepla a chladu. Jako trigenerační systém je možno označit i aplikace, jež umožňují variantně volit mezi společnou produkcí elektrické energie a tepla nebo společnou produkcí elektrické energie a chladu.

Hlavním významem trigeneračních systémů je nejčastěji snížení spotřeby energetických zdrojů, snížení produkce znečišťujících látek, zvýšení ročního využití kogeneračních technologií a snížení potřebných elektrických výkonů pro chlazení. Nejčastěji

je trigenerační jednotka tvořena spojením kogenerační jednotky s teplem hnanou absorpční chladicí jednotkou.



Obrázek 8

Schéma trigeneračního systému

1.7 Primární a sekundární zdroje

Veškerá energie využívaná na Zemi pochází z jaderných reakcí probíhajících na Slunci. Nerovnoměrné zahřívání pevniny a oceánů má za následek vítr a přírodní koloběh vody. To vše je v dnešní době řazeno mezi věčně se obnovující zdroje energie. Za to, že v průběhu milionů let byly v zemské kůře nashromážděny zásoby fosilních paliv (uhlí, ropa a zemní plyn), vdčíme Slunci. Těžba a spalování těchto paliv dnes zajišťuje 90 % výroby světové energetiky. Energie z přírodních zdrojů je označována jako energie primární. Kromě uhlí, ropy, zemního plynu a dřeva je k primárním zdrojům řazen i uran, bez něhož se v dnešní době neobejde žádná jaderná elektrárna. Ve srovnání s ostatními zdroji energie je využití uranu nejmladším oborem.

Jako nejčistší forma sekundární energie, jež je přímo využitelná pro potřebu člověka, je považována elektřina. Elektrická energie je koncovou energií, jež je vytvářena přeměnou primárních zdrojů energie. Primární energie je přeměněna na sekundární energii prostřednictvím řady procesů, jako je spalování, jaderné štěpení nebo rafinace ropy, které však mají bohužel společného jmenovatele. Jde o poměrně nízkou účinnost. Procesy přeměny vždy znamenají ztrátu energie, a proto volba správných výchozích forem primární energie i forem konečných, v jakých je energie prakticky využívána, rozhoduje o efektivnosti národního hospodářství země. V současnosti je celosvětová spotřeba primární energie ze všech zdrojů odhadována asi na 14 miliard tun měrného paliva.

2 Účinnost přeměny energie

Již existují solární elektrárny s maximálním výkonem větším než 1 MW. Solární elektrárna ale nenahradí klasickou elektrárnu se stejným výkonem. Zatímco využitelnost tepelných a jaderných elektráren je 85 % – 90 % (odstávky pouze pro plánovanou údržbu či výměnu paliva), využitelnost solárních elektráren je pouze 30 %, a to v pouštních oblastech s ideálními slunečními podmínkami (např. v noci je tma). Přesto plocha 1 km² solárních panelů na bázi polykrystalického křemíku s pohyblivým stojanem a s mírným koncentrátorem záření může poskytnout energii $4,3 \times 10^8 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{rok}^{-1}$.

3 Technické řešení

Z hlediska technického řešení lze fotovoltaické, ale i větrné systémy rozdělit do dvou hlavních skupin.

3.1 *Systém nezávislý na rozvodné síti*

V anglickém jazyce grid – off. Jde o ostrovní systémy, které jsou autonomní. Instalují se v oblastech, kde není možné budovat elektrickou přípojku z důvodu vysokých nákladů na vybudování a provoz přípojky, převyšující náklady na fotovoltaický systém v případě vzdálenosti k rozvodné síti více než 500 až 1000 m. Ale vždy je nutno pohlížet na stavbu individuálně.

Systémy lze dále rozdělit na systémy s přímým napájením, s akumulací elektrické energie a hybridní ostrovní systémy.

3.1.1 Systém s přímým napájením

Tyto systémy jsou použity tam, kde nevadí, že je připojené elektrické zařízení v činnosti pouze po dobu dostatečné intenzity slunečního záření. Jde o propojení spotřebiče a solárního modulu.

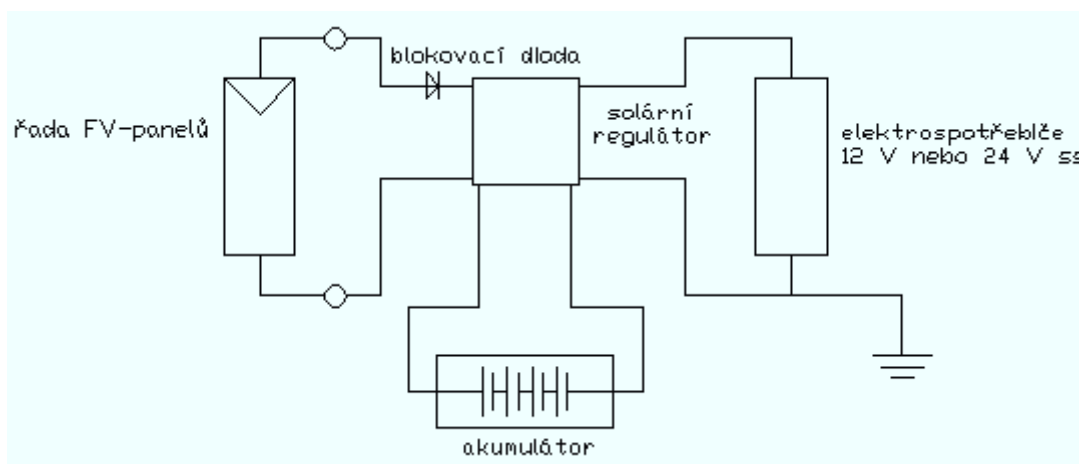
Aplikace: čerpání vody pro závlahu, napájení oběhového čerpadla solárního systému pro přípravu teplé vody, nabíjení akumulátorů malých přístrojů (mobilní telefon, svítilny).

3.1.2 Systém s akumulací elektrické energie

Tento systém je budován tam, kde je potřeba užívat elektřinu i v době bez slunečního záření. Proto jsou tyto ostrovní systémy vybaveny akumulátorovou baterií. Optimální nabíjení a vybíjení akumulátorové baterie je zajištěno pomocí regulátoru nabíjení.

Síťové napětí spotřebičů napájených stejnosměrným proudem je zpravidla 12 V nebo 24 V. Běžné síťové spotřebiče na napětí 230 V / 50 Hz jsou napájeny přes napěťový střídač.

Aplikace: zdroj elektrické energie pro chaty, napájení dopravní signalizace, zahradní svítidla.



Obrázek 9

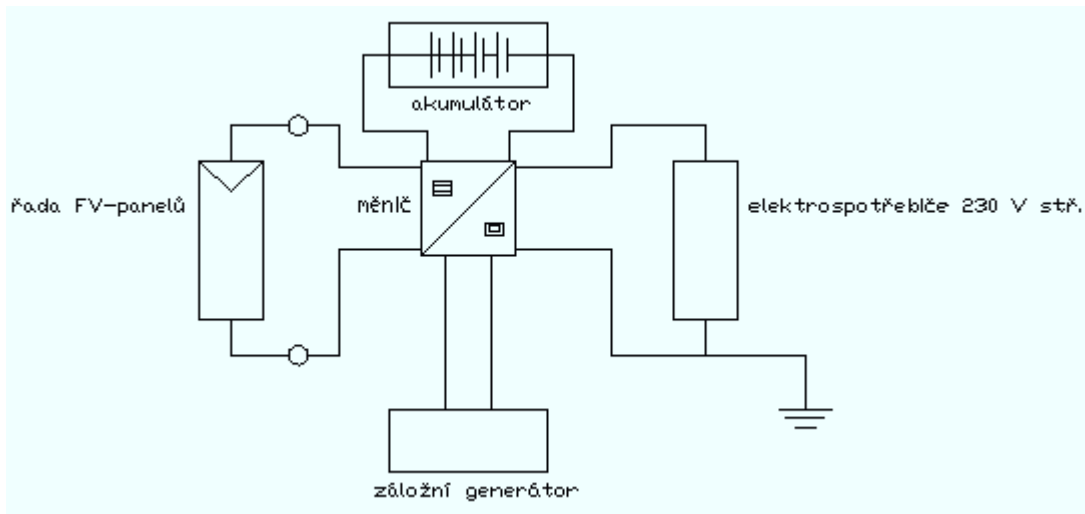
Schéma akumulčního systému

3.1.3 Hybridní ostrovní systémy

Uvedený systém slouží tam, kde je nutný celoroční provoz a kde jsou občas použity zařízení s vysokým příkonem.

Z fotovoltaického zdroje lze získat v zimním období podstatně méně elektrické energie než v letním období. Z tohoto důvodu je nutno tyto systémy navrhovat i pro zimní provoz. Je nutno zvýšit výkon instalovaného systému, s tím je spojeno i podstatné zvýšení pořizovacích nákladů. Výhodnější alternativou je proto rozšíření systému doplňkovým zdrojem elektřiny. Tento zdroj pokryje potřebu elektrické energie v době nedostatečného slunečního svitu a při provozu zařízení s vysokým příkonem. Takovým zdrojem může být elektrocentrála, kogenerační jednotka nebo větrná elektrárna.

Aplikace: systémy pro napájení budov s celoročním provozem.



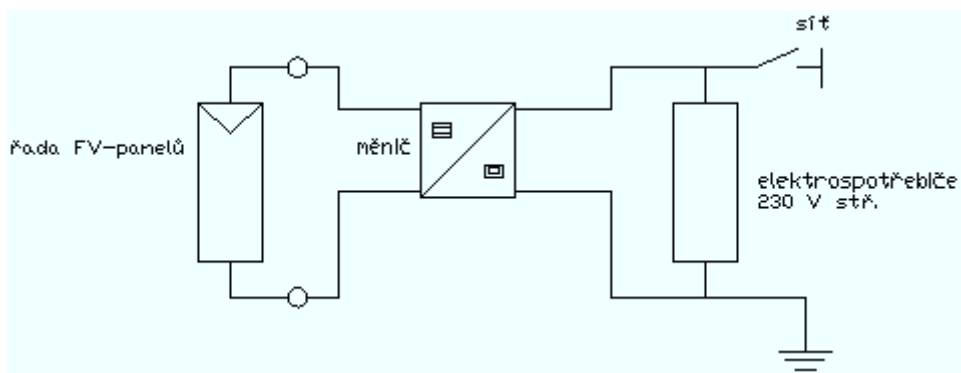
Obrázek 10

Schéma hybridního systému

3.2 Systém dodávající energii do elektrorozvodné sítě

Tyto síťové fotovoltaické systémy jsou anglicky nazývány grid – on. Jsou uplatňovány v oblastech s hustou sítí elektrických rozvodů. Spotřebiče v budově jsou v době dostatečného slunečního svitu napájeni z vlastní sluneční elektrické energie. V případě přebytku je energie dodána do veřejné rozvodné sítě. V opačném případě, to je při nedostatku vlastní energie, je elektrická energie odebírána z rozvodné sítě.

Systémy fungují zcela automaticky díky mikroprocesorovému řízení síťového střídače. Aplikace: střechy rodinných domů 1 kWp – 10 kWp, střechy a fasády administrativních budov 10 kWp – 1 MWp, fotovoltaické elektrárny. [11]

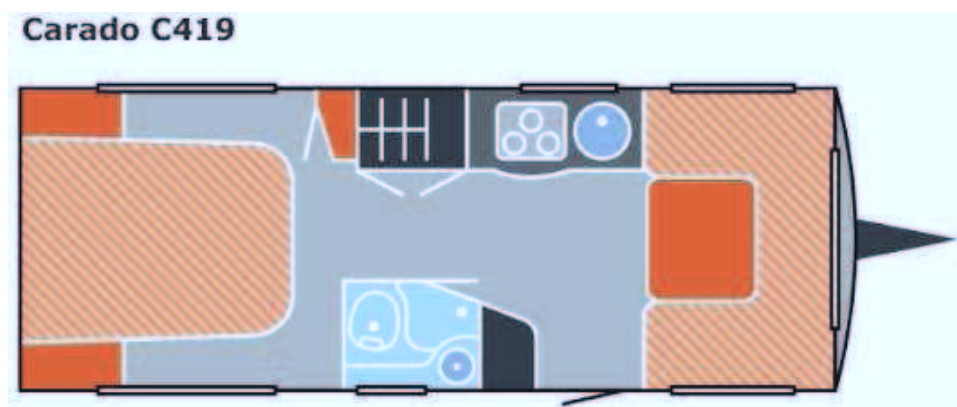


Obrázek 11

Schéma systému připojeného na elektrickou síť

4 Autonomní elektrická výbava obytného přívěsu

Pro první modelovou situaci byl zvolen jako objekt obytný přívěs dimenzovaný pro 2 až 4 osoby. Výhodou je nezávislé cestování. U tohoto objektu bude předpokládáno, že je provozován krátkodobě, převážně v období od června do září. Za cíl bylo stanoveno autonomní napájení, elektrická energie bude získávána z obnovitelného zdroje energie s akumulací z důvodu zlepšení mobility.



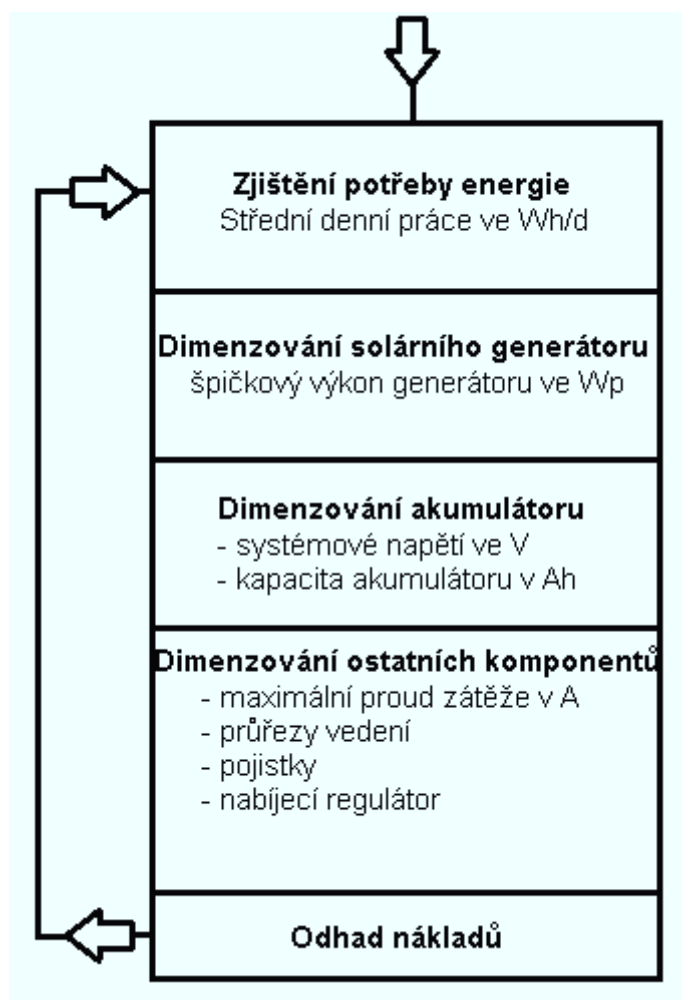
Obrázek 12

Dispoziční řešení karavanu Carado C419

4.1 Dimenzování

Výběr a dimenzování všech součástí systému je důležité pro trvalý a bezporuchový provoz solárního zařízení. Při dimenzování a projektování autonomních objektů bylo postupováno podle uvedeného schématu. Jako první byl pro dimenzování solárního zařízení sestaven soupis energetické bilance. Byla zjištěna a vzájemně porovnána potřeba energie pro jednotlivé aplikace jako celku a nutný solární výkon pro jejich nepřetržitý provoz.

Nákres karavanu je v příloze IX.



Obrázek 13

Postup při plánování soběstačného solárního zařízení

4.2 Spotřeba energie

Objekt bude vybaven kuchyňkou, obsahující vaříč na plyn, sociálním zařízením s tekoucí vodou na sprchování a základní hygienu a lůžková část. Vytápění bude řešeno topením na plyn.

V prvním kroku bylo zvoleno stejnosměrné pracovní napětí 12 V místo střídavého napětí 230 V. U napětí 12 V není potřebný střídač a s tím spojené ztráty při výrobě vyšší napěťové hladiny z nižší. Lze také předpokládat omezený rozsah spotřebičů.

Pro zjištění potřeby energie bylo nutno brát na zřetel, že příkon spotřebičů se během dne mění a způsobuje odchylku ve vypočítaných a odhadovaných hodnotách potřeby energie. Aby nedošlo k poddimenzování, je nutno od začátku počítat se všemi spotřebiči.

U každého spotřebiče byl zjištěn jeho příkon, který byl uveden v katalogovém listu

nebo na typovém štítku, a jeho přibližná denní doba provozu. Poté z těchto hodnot byla vypočítána denní spotřeba energie ve watthodinách [Wh/d].

Vzorec pro výpočet:

$$\text{spotřeba energie } A \text{ [Wh/d]} = \text{příkon } P \text{ [W]} \times \text{doba provozu [h/d]}$$

Tabulka 1

Přehled denní spotřeby

| Číslo | Spotřebič | Doba provozu [h/d] | Příkon P [W] | Počet kusů | Spotřeba energie A [Wh/d] |
|-------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------|------------|---------------------------|
| 1 | TV LCD 32 cm | 2, Stand - by 22 | 35, Stand -by < 1 | 1 | 70, Stand - by 22 |
| 2 | Rádio | 5 | 30 | 1 | 150 |
| 3 | LED svítidlo | 2 | 2 | 3 | 12 |
| 4 | LED svítidlo | 1 | 2 | 2 | 4 |
| 5 | LED svítidlo | 2 | 2 | 3 | 12 |
| 6 | LED svítidlo | 1 | 2 | 2 | 4 |
| 7 | Zářivkové svítidlo | 3 | 16 | 2 | 96 |
| 8 | Zářivkové svítidlo | 1 | 8 | 1 | 8 |
| 9 | Chladnička kompresorová 80 l | 9,5 | 52 při teplotě okolí 32°C | 1 | 494 |
| 10 | Vodní čerpadlo | 0,2 | 72 | 1 | 14,4 |
| 11 | Varná konvice 0,75 l | 0,5 | 200 | 1 | 100 |
| 12 | Bojler 10 l | 0,4 | 200 | 1 | 80 |
| 13 | Ventilátor | 1 | 24 | 2 | 48 |
| 14 | Celková spotřeba energie A_d [Wh/d] | | | | 1 114,4 |
| 15 | Maximální příkon P_{MAX} [W] | | | | 697 |

V tomto případě byl brán průměrný příkon spotřebičů. U některých spotřebičů je příkon velmi rozsáhlý, jedná se například o rádio, kde bude jeho velikost silně záviset na nastavení hlasitosti. Toto kolísání způsobuje odchylky od vypočítané nebo odhadnuté potřeby energie. Za maximální příkon je uvažována hodnota příkonu všech spotřebičů zapnutých najednou nebo nejvyšší příkon jednoho spotřebiče. Podle maximálního příkonu je dimenzován měnič fotovoltaického systému.

Celková denní spotřeba je brána jako množství spotřebované elektrické energie spotřebičů za celý den. Podle této hodnoty bude dimenzován potřebný výkon panelu a kapacita akumulátorové baterie.

4.3 Dimenzování solárního panelu

Solární panel by měl být dimenzován tak, aby v měsíčním průměru vyráběl takové množství elektrické energie, kolik se v daném systému spotřebuje. Pro zjištění vhodného výkonu by bylo ideální znát průměrnou hodnotu slunečního záření v daném místě. Hodnoty ozáření na vodorovné ploše byly změřeny na několika místech. Tyto dlouholeté průměrné hodnoty jsou k dispozici celosvětově. Jsou uvedeny v tabulce 2. Platí pro horizontální montáž panelu, tj. s nulovým úhlem náklonu. V tabulce jsou zohledněny ztráty způsobené vyšší teplotou solárního modulu a vazbou mezi generátorem a akumulátorem. Z tabulky lze vypočítat rozsáhlé kolísání měsíčního ozáření sluncem a výnosu energie. Během nejslabšího měsíce kdy dosahuje ozáření v závislosti na místě jen 10 % – 25 % maximální hodnoty naměřené v měsíci s nejsilnějším ozářením. Na toto kolísání je nutné brát ohled při dimenzování autonomního zařízení, zvláště na soběstačnost v zimních měsících.

V tomto případě nelze brát ohled na uvedené hodnoty, jedná se o obytný karavan, a tedy není jasné, v jaké oblasti bude používán.

Tabulka 2

Denní výnos energie fotovoltaického generátoru ve Wh/d na každý Wp výkonu generátoru při vodorovném umístění

| Denní výnos energie vodorovného fotovoltaického generátoru ve Wh/d na 1 Wp výkonu generátoru | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| město / měsíc | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | ø |
| Cáchy (Aachen) | 0,45 | 0,87 | 1,49 | 2,35 | 3,09 | 3,25 | 3,13 | 2,77 | 1,99 | 1,14 | 0,57 | 0,35 | 1,79 |
| Berlín | 0,40 | 0,74 | 1,59 | 2,27 | 3,10 | 3,54 | 3,42 | 2,98 | 1,98 | 1,03 | 0,49 | 0,30 | 1,82 |
| Braunschweig | 0,41 | 0,75 | 1,46 | 2,23 | 3,02 | 3,38 | 3,10 | 2,74 | 1,81 | 0,98 | 0,46 | 0,27 | 1,72 |
| Drážďany | 0,47 | 0,79 | 1,55 | 2,24 | 2,87 | 3,26 | 3,28 | 2,84 | 2,00 | 1,12 | 0,54 | 0,33 | 1,77 |
| Essen | 0,39 | 0,80 | 1,37 | 2,24 | 3,05 | 2,89 | 2,80 | 2,46 | 1,74 | 1,07 | 0,51 | 0,31 | 1,64 |
| Fichtelberg | 0,48 | 0,75 | 1,39 | 2,19 | 2,66 | 2,84 | 2,86 | 2,59 | 1,94 | 1,13 | 0,51 | 0,36 | 1,64 |
| Freiburg | 0,49 | 0,87 | 1,63 | 2,33 | 3,06 | 3,38 | 3,14 | 2,96 | 2,25 | 1,25 | 0,63 | 0,47 | 1,87 |
| Hamburk | 0,34 | 0,73 | 1,45 | 2,31 | 3,04 | 3,54 | 3,13 | 2,82 | 1,81 | 0,97 | 0,44 | 0,26 | 1,74 |
| Hohenpeissenberg | 0,90 | 1,33 | 2,06 | 2,70 | 3,18 | 3,33 | 3,51 | 3,00 | 2,50 | 1,70 | 0,93 | 0,73 | 2,16 |
| Norderney | 0,36 | 0,85 | 1,69 | 2,78 | 3,33 | 3,91 | 3,54 | 3,09 | 1,99 | 1,08 | 0,48 | 0,29 | 1,95 |
| Norimberk | 0,46 | 0,92 | 1,48 | 2,00 | 3,68 | 3,80 | 3,27 | 2,94 | 1,94 | 1,24 | 0,57 | 0,42 | 1,89 |
| Weihenstephan | 0,70 | 1,19 | 1,92 | 2,67 | 3,30 | 3,50 | 3,55 | 2,99 | 2,41 | 1,45 | 0,77 | 0,54 | 2,08 |
| Würzburg | 0,53 | 1,04 | 1,74 | 2,63 | 3,27 | 3,60 | 3,47 | 2,92 | 2,29 | 1,26 | 0,60 | 0,42 | 1,98 |
| Maastricht | 0,45 | 0,87 | 1,49 | 2,35 | 3,09 | 3,25 | 3,13 | 2,77 | 1,99 | 1,14 | 0,57 | 0,35 | 1,79 |
| Vídeň | 0,49 | 0,92 | 1,72 | 2,57 | 3,32 | 3,46 | 3,54 | 2,94 | 2,15 | 1,33 | 0,66 | 0,45 | 1,96 |
| Salzburg | 0,67 | 1,11 | 1,83 | 2,44 | 2,97 | 3,01 | 3,19 | 2,76 | 2,15 | 1,42 | 0,70 | 0,51 | 1,90 |
| Insbruck | 0,85 | 1,41 | 2,20 | 2,91 | 3,45 | 3,52 | 3,52 | 3,04 | 2,57 | 1,70 | 0,94 | 0,73 | 2,24 |
| Sonnblick | 1,10 | 1,68 | 2,66 | 3,50 | 3,90 | 3,74 | 3,54 | 2,92 | 2,52 | 2,00 | 1,19 | 0,95 | 2,47 |
| Klagenfurt | 0,74 | 1,39 | 2,15 | 2,82 | 3,63 | 3,72 | 3,72 | 3,16 | 2,42 | 0,96 | 0,79 | 0,59 | 2,17 |
| Curych - Kloten | 0,54 | 1,05 | 1,77 | 2,55 | 3,27 | 3,54 | 3,77 | 2,96 | 2,33 | 1,31 | 0,65 | 0,43 | 2,01 |
| David | 0,01 | 1,59 | 2,59 | 3,40 | 3,68 | 3,56 | 3,61 | 3,08 | 2,66 | 1,87 | 1,09 | 0,88 | 2,42 |
| Locarno - Monti | 0,94 | 1,39 | 2,33 | 3,06 | 3,37 | 3,91 | 4,10 | 3,38 | 2,57 | 1,85 | 0,99 | 0,86 | 2,40 |
| Milán | 0,60 | 1,11 | 1,95 | 2,92 | 3,34 | 3,79 | 3,95 | 3,42 | 2,48 | 1,59 | 0,74 | 0,56 | 2,20 |
| Madrid | 1,12 | 1,71 | 2,70 | 3,54 | 4,01 | 4,35 | 4,69 | 4,22 | 3,12 | 2,05 | 1,29 | 1,15 | 2,83 |
| Atény | 1,14 | 1,70 | 2,48 | 3,35 | 4,17 | 4,45 | 4,47 | 4,02 | 3,16 | 2,20 | 1,51 | 1,10 | 2,81 |

Tabulka 3

Výkon solárního generátoru

| Výkon solárního generátoru | | | |
|----------------------------|---|---|--------------|
| Číslo | Veličina | Výpočet | Hodnota |
| 1 | Energetický výnos pro místo od června do září | z tabulky 2 byla zvolena průměrná hodnota | 2,05 |
| 2 | Korekce 0° | 1,00 | 1,00 |
| 3 | Energie generátoru [Wh/(d×Wp)] | řádek 1×řádek 2 | 2,05 |
| 4 | Výpočet výkonu modulu P _{PV} [Wp] | Celková spotřeba energie/(řádek 3×0,8) | 679,5 |

Potřebný jmenovitý výkon solárního generátoru byl vypočítán tak, že denní spotřeba energie byla podělena specifickým energetickým výnosem generátoru. Dodatečným faktorem

0,8 ve jmenovateli byla zohledněna energetická účinnost akumulátoru.

Výkon solárního modulu byl zvolen 700 Wp.

V případě, že výkon solárního článku neodpovídá, je možno zapojit více solárních článků paralelně, kdy napětí zůstane na systémových 12 V a výkon se bude násobit.

Tabulka 4

Solární systém Solartec

| SOLARTEC SM 300 a SM 400 | |
|--------------------------|---|
| Složení | FV panely, regulátor nabíjení, akumulátory, konstrukce, kabeláž |
| Výkon [Wp] | 400 + 300 |
| Akumulátor [Kč] | 300 + 200 |
| Cena [Kč] | 40 020 + 28 800 |

Tabulka 5

Solární systém Yingli

| Yingli YL230PT-29b polykrystalický solární panel | |
|--|----------|
| Složení | FV panel |
| Výkon [Wp] | 230 |
| Akumulátor [Ah] | není |
| Cena [Kč] | 10 903 |

Tabulka 6

Solární systém Sanyo

| Sanyo HIT-240HDE4 hybridní fotovoltaický panel | |
|--|----------|
| Složení | FV panel |
| Výkon [Wp] | 230 |
| Akumulátor [Ah] [Kč] | není |
| Cena [Kč] | 19 376 |

Tabulka 7

Solární systém SCHOTT SOLAR

| SCHOTT SOLAR POLY 230 polykrystalický solární panel | |
|---|----------|
| Složení | FV panel |
| Výkon [Wp] | 230 |
| Akumulátor [Ah] [Kč] | není |
| Cena [Kč] | 13 517 |

Tabulka 8

Solární systém BP solar

| BP Solar 3230N polykrystalický solární panel | |
|--|----------|
| Složení | FV panel |
| Výkon [Wp] | 230 |
| Akumulátor [Ah] [Kč] | není |
| Cena [Kč] | 17 296 |

Tabulka 9

Solární systém PV ENTERPRISE SWEDEN

| PV ENTERPRISE SWEDEN AB PVE-P6-230 - polykrystalický | |
|--|----------|
| Složení | FV panel |
| Výkon [Wp] | 230 |
| Akumulátor [Ah] [Kč] | není |
| Cena [Kč] | 11 988 |

4.4 Dimenzování akumulátoru

Během dne a týdne není intenzita a doba záření slunce stejnoměrně rozdělena, proto vypočítané průměrné denní výnosy nejsou k dispozici každý den ve stejné výši. Je potřeba zajistit dostatečné a stejnoměrné zásobování elektrickou energií i během dnů s menší sluneční intenzitou, například v noci nebo při deštivém počasí, proto je nutné ukládat energii do akumulátoru.

Pro vlastní dimenzování zásobníku elektrické energie je nutno nejprve z energetické potřeby měřené ve watthodinách za den vypočítat potřebu ampérhodin za den.

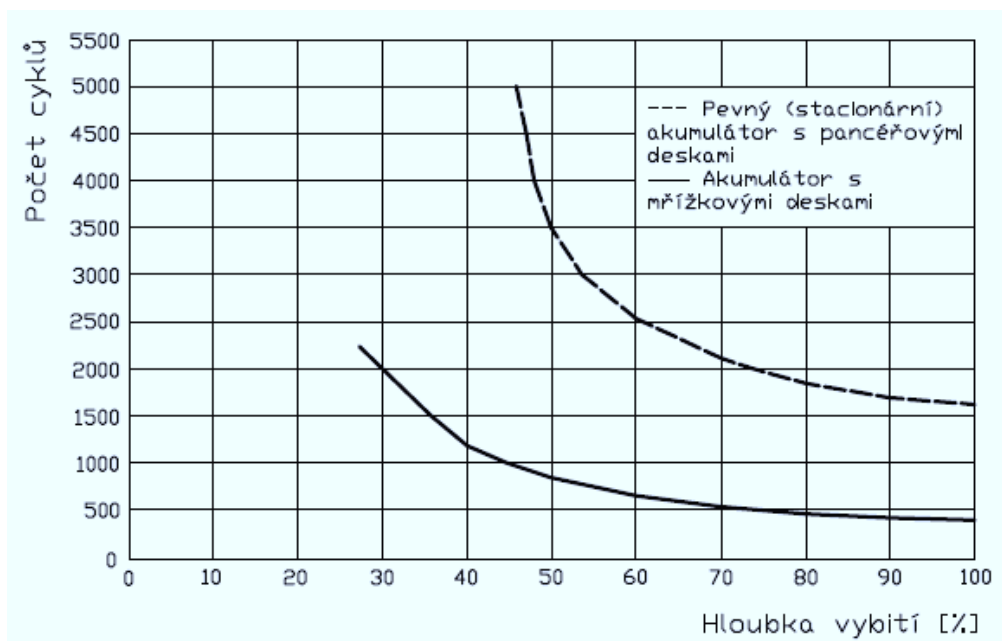
Vzorec pro výpočet:

potřeba ampérhodin [Ah/d] = potřeba energie [Wh/d] / systémové napětí [V]

Toto solární zařízení pracuje se systémovým napětím 12 V.

Maximální doba trvání autonomního napájení, kdy jsou spotřebiče napájeny zcela z akumulátoru je udávána v autonomních dnech. Počet autonomních dnů, kdy není systém schopen dodávat energii ze slunce, ale z akumulátoru, určuje potřebnou kapacitu akumulátoru a stupeň zabezpečení napájení. U objektů, jako jsou například víkendové chaty, je orientační doba tři až čtyři autonomní dny.

Hloubkou vybití je udávána procentuální hodnota vybití (vzhledem k maximální kapacitě). Měla by být uváděna současně s počtem nabíjecích a vybíjecích cyklů. V praktickém provozu se akumulátory u solárních systémů vybíjejí jen částečně. [10]



Obrázek 14

Závislost mezi počtem cyklů a hloubkou vybití pro dva typy solárních akumulátorů

Pro dimenzování akumulátoru byly zvoleny tři autonomní dny a 50% hloubka vybití.

Tabulka 10

Kapacita akumulátoru

| Kapacita akumulátoru | | | |
|----------------------|---|----------------------------------|--------------|
| Číslo | Veličina | Výpočet | Hodnota |
| 1 | Systémové napětí U_S [V] | zvoleno | 12 |
| 2 | Potřeba Ah [Ah/d] | celková spotřeba energie/řádek 1 | 92,9 |
| 3 | Autonomní dny | zvoleno | 3 |
| 4 | Hloubka vybití hV [%] | zvoleno | 50 |
| 5 | Výpočet kapacity akumulátoru C_a [Ah] | řádek 2×řádek3/řádek4 | 557,4 |

Kapacita akumulátoru byla zvolena 560 Ah.

Akumulátory jsou pro solární zařízení vyráběny s kapacitou do 230 Ah, proto je nutné k dosažení požadované kapacity zapojit více akumulátorů paralelně.

Tabulka 11

Nabídka 12 V akumulátorů na trhu

| Číslo | Výrobce akumulátoru | Napětí [V] | Kapacita [Ah] | Cena [Kč] |
|-------|-----------------------------|------------|---------------|-----------|
| 1 | Banner | 12 | 200 | 9 780 |
| 2 | FG 12 - 200D | 12 | 200 | 11 831 |
| 3 | HZB olověný akumulátor | 12 | 200 | 12 101 |
| 4 | HZY olověný akumulátor, GEL | 12 | 200 | 14 576,5 |
| 5 | FG 12 - 150DG gelový150 | 12 | 150 | 11 404 |
| 6 | Yucell PG 150 - 12 | 12 | 150 | 5 986 |
| 7 | CSB EVX 121000 | 12 | 100 | 5 755 |
| 8 | VARTA HOBBY | 12 | 230 | 6 750 |

4.5 Typy akumulátorů

Akumulátor, který by byl vhodný pro všechny aplikace, neexistuje. Z toho důvodu jsou na trhu akumulátory různých typů, které mají odlišné vlastnosti.

Akumulátory využitelné pro solární systémy:

- startovací akumulátorové baterie
- solární akumulátory
- pevné akumulátory
- gelové akumulátory

Tabulka 12

Vlastnosti různých typů akumulátorů vhodných pro solární zařízení

| Typ akumulátoru | Napětí [V] | Kapacita C [Ah] | Počet cyklů | Samovybití [%/měsíc] |
|--|------------|-----------------|-------------|----------------------|
| Akumulátor s tekutým elektrolytem | 12 | 50 - 250 | 450 - 600 | 2,5 - 10 |
| Gelové akumulátory | 12 | 50 - 250 | 700 – 1 000 | 2 - 3 |
| Akumulátory s pancéřovými deskami | 2 | 200 - 3 500 | 2 400 | 3 - 5 |
| Gelové akumulátory s pancéřovými deskami | 2 | 200 - 3 500 | 3 500 | 2 |

4.5.1 Startovací akumulátory

Tento typ akumulátorů je znám z automobilu, při vývoji byl kladen důraz na minimální rozměry, nízkou hmotnost a nízkou cenu. Mimo tyto vlastnosti musí akumulátor dávat krátkodobě vysoký proud pro startér automobilů. Jsou použity akumulátory s mřížkovými deskami. Jsou méně vhodné pro ukládání solární energie, protože startovací baterie mají za měsíc až 20 % samovybití a snesou malý počet cyklů. [10]

4.5.2 Solární akumulátory

Jde o modifikovanou startovací baterii se zesílenými mřížkovými deskami. Mají schopnost snést dvakrát až třikrát větší počet cyklů a tomu odpovídající vyšší životnost. Samovybití je sníženo na 2 % – 10 % za měsíc. Tyto cenově výhodné typy akumulátorů jsou používány především ve víkendových chatách, obytných automobilech, člunech a jiných zařízeních s malou spotřebou. [10]

4.5.3 Stacionární (pevné) akumulátory

Robustní konstrukcí a vysokou cyklickou životností (jedná se o životnost vyjádřenou počtem nabíjecích a vybíjecích cyklů, která je až pětikrát vyšší než u solárních akumulátorů) se vyznačují pevně umístěné akumulátory s pancéřovými deskami.

Při denních nabíjecích a vybíjecích cyklech s hloubkou vybití mezi 30 % – 40 % a při správném užívání je dosaženo u tohoto typu akumulátoru životnosti až 20 let. Tyto akumulátory jsou často používány k ukládání velkého množství elektrického proudu. Jde o hospodárnější řešení díky až pětinasobné cyklické životnosti, i když je cena dvakrát až třikrát vyšší ve srovnání s akumulátory s mřížkovými deskami. [10]

4.5.4 Gelové, bezúdržbové akumulátory

Tyto akumulátory jsou dodávány jak v provedení s mřížkovými, tak s pancéřovými deskami. Pro elektrody je použit speciální materiál, u něhož nedochází k uvolňování plynu při nabíjení pod koncovým nabíjecím napětím. Díky tomu je možno použít zcela uzavřenou konstrukci, jsou tedy bezúdržbové.

Gelové akumulátory jsou podmnožinou této kategorie, místo kapalného elektrolytu obsahují pevný gelový elektrolyt. Jsou velmi citlivé na přebíjení, protože mají nízké koncové nabíjecí napětí. Proto je nutno při volbě nebo nastavení nabíjecího regulátoru dbát na přesné dodržení koncového nabíjecího napětí. [10]

4.6 Dimenzování zbývajících součástí

Dimenzováním těchto součástí se zajišťuje elektrická bezpečnost, volba součástek a minimalizace ztrát v systému.

4.6.1 Pojistky

Je nutno omezit maximální proudy pro bezpečnost solárního zařízení. Jde o proud tekoucí z generátoru do regulátoru nabíjení a proud zátěže mezi akumulátorem, nabíjecím regulátorem a spotřebičem. Vedení a všechny součásti zařízení kterými prochází proud, musí být dimenzovány pro maximální vyskytující se proudy.

Akumulátor může krátkodobě dodávat velmi vysoké proudy, a proto je nutno ve vedení vycházejícího z akumulátoru umístit pojistku. Při normálním provozu nesmí pojistka reagovat, z tohoto důvodu musí být proud reakce pojistky vyšší než vypočítaný maximální proud zátěže.

Vzorec pro výpočet:

$$\text{proud zátěže } I_z [\text{A}] = \text{příkon všech spotřebičů } P [\text{W}] / \text{systémové napětí } U_s [\text{V}]$$

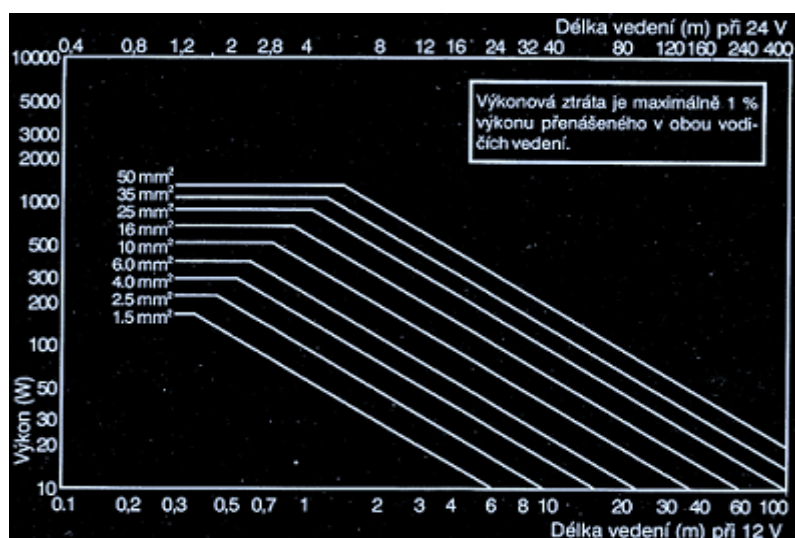
Tabulka 13

Velikost pojistky

| | Příkon spotřebičů [W] | Velikost pojistky [A] | Proud [A] |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| Světelný okruh 1 | 6 | 2 | 0,5 |
| Světelný okruh 2 | 4 | 2 | 0,33 |
| Světelný okruh 3 | 32 | 5 | 2,67 |
| Světelný okruh 4 | 8 | 2 | 0,67 |
| Světelný okruh 5 | 6 | 2 | 0,5 |
| Světelný okruh 6 | 4 | 2 | 0,33 |
| Zásuvkový okruh 1 | max. 240 | 20 | 20 |
| Zásuvkový okruh 2 | max. 240 | 20 | 20 |
| Zásuvkový okruh 3 | max. 240 | 20 | 20 |
| Lednice | 52 | 10 | 4,33 |
| Bojler | 200 | 20 | 16,7 |
| Čerpadlo | 72 | 15 | 6 |

4.6.2 Vedení

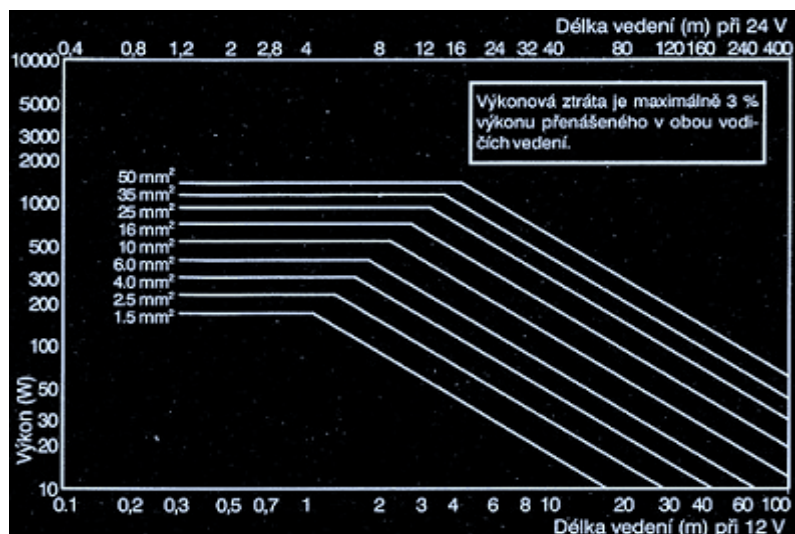
Aby byly co nejmenší ztráty energie ve vedení, je nutno klást na dimenzování průřezu vedení velký význam. Při systémovém napětí 12 V jsou i při poměrně malých výkonech velké proudy. Proud tekoucí při příkonu 120 W je 10 A. Průřez vedení je nutno přizpůsobit přenášeným proudům, aby ztráty ve vedení byly v přijatelných mezích. Čím je větší průřez, tím jsou ztráty menší. Maximální přípustný výkon pro různé průřezy vedení v závislosti na délce vedení a systémovém napětí solárního zařízení lze vyčíst z obrázku 15. [10]



Obrázek 15

Diagram k určení průřezu vedení solárního proudu

Z obrázku 15 bylo určen průřez vedení na délku přívodního 3 m dlouhého vedení 25 mm².



Obrázek 16

Diagram k určení průřezu vedení v napájecí síti

Z obrázku 16 lze zjistit rozměr kabelu. Pro větší přesnost jsem zvolil metodu výpočtu úbytku napětí kabelu.

Výpočet:

Z katalogu kabelů byl zjištěn odpor kabelu R_k [Ω/m], který byl přepočítán na délku okruhu R_{kc} [Ω/m]. Z příkonu spotřebičů v celém okruhu byla vypočítána velikost protékajícího proudu:

$$P = U \times I \text{ [W, V, A]} \quad (1)$$

$$\Delta U' = R_{kc} \times I \text{ [V, } \Omega/m, \text{ A]} \quad (2)$$

$$\Delta U' \leq \Delta U \text{ [V, V]} \quad (3)$$

Pro lednici, světelný a zásuvkový obvod byl zvolen 10 % dovolený úbytek napětí. Protože jde o stejnosměrný obvod, vypočtený celkový odpor kabelu byl vynásoben dvěma (proud teče jedním kabelem ke spotřebiči a druhým kabelem zpět).

Tabulka 14

Průřez vedení

| | Příkon spotřebičů [W] | Délka [m] | Délka s rezervou 20 [%] | Průřez vedení [mm ²] | Odpor kabelu R _k [mΩ/m] | Proud [A] |
|-------------------|-----------------------|-----------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------|
| Světelný okruh 1 | 6 | 3,90 | 4,68 | 1,5 | 12,7 | 0,5 |
| Světelný okruh 2 | 4 | 2,12 | 2,544 | 1,5 | 12,7 | 0,33 |
| Světelný okruh 3 | 32 | 1,81 | 2,172 | 1,5 | 12,7 | 2,67 |
| Světelný okruh 4 | 8 | 0,80 | 0,96 | 1,5 | 12,7 | 0,67 |
| Světelný okruh 5 | 6 | 4,45 | 5,34 | 1,5 | 12,7 | 0,5 |
| Světelný okruh 6 | 4 | 5,06 | 6,072 | 1,5 | 12,7 | 0,33 |
| Zásuvkový okruh 1 | max. 240 | 2,78 | 2,616 | 2,5 | 7,6 | 20 |
| Zásuvkový okruh 2 | max. 240 | 2,60 | 3,12 | 2,5 | 7,6 | 20 |
| Zásuvkový okruh 3 | max. 240 | 2,10 | 2,52 | 2,5 | 7,6 | 20 |
| Lednice | 52 | 1,50 | 1,8 | 2,5 | 7,6 | 4,33 |
| Bojler | 200 | 1,00 | 1,2 | 2,5 | 7,6 | 16,7 |
| Čerpadlo | 72 | 1,00 | 1,2 | 2,5 | 7,6 | 6 |

4.6.3 Regulátor nabíjení

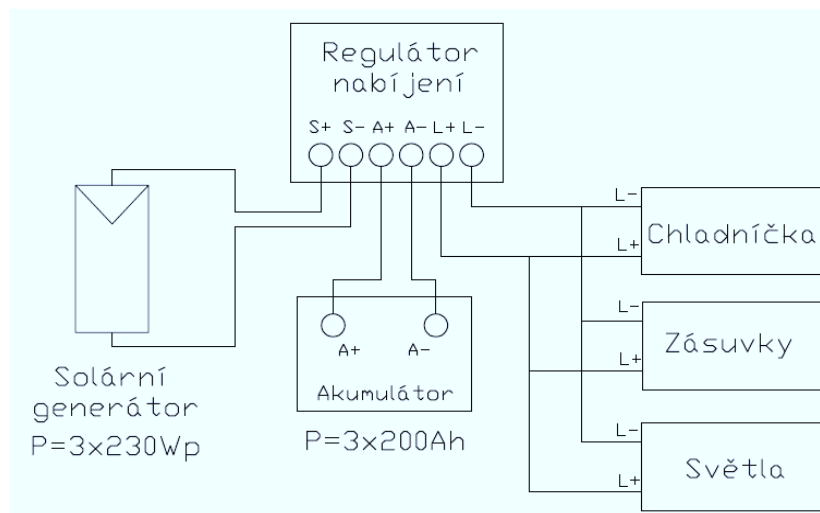
Regulátor nabíjení omezuje napětí při nabíjení a v případě hlubokého vybití odpojí pomocí výkonového relé spotřebiče od akumulátoru. Maximální přípustný spínací proud musí být nižší než maximální proud zátěže na straně spotřebiče. Obvykle omezuje počet nebo výkon připojených spotřebičů.

Tabulka 15

Regulátory nabíjení

| Číslo | Výrobce | Systémové napětí [U] | Max. proud modulu [A] | Max. proud zátěže [A] | Cena [Kč] |
|-------|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | IVT MPPT 30A | 12/24 | 30 | 30 | 4 390 |
| 2 | EPIP40 | 12/24 | 40 | 40 | 4 085 |
| 3 | Phocos CX-40 | 12/24 | 40 | 40 | 2 511 |
| 4 | PL60 | 12/24/36/48 | 60 | 30 | 14 100 |
| 5 | Sunset SR 3030 M | 12/24 | 30 | 30 | 5 200 |
| 6 | Tristar 24-48v/60A | 12/24/48 | 60 | 60 | 220.150 EUR (5312,2) |

4.7 Zdrojová sestava pro obytný přívěs



Obrázek 17

Schéma zapojení solárního systému

Aktuální spotřeba je pokryta ze solárního generátoru. V případě, že je energie nadbytek, regulátor nabíjení dobíjí akumulátory pro pozdější využití.

4.8 Cenová kalkulace pro obytný přívěs

Bylo zvoleno pět variant s odlišnými jednotlivými komponenty.

Tabulka 16

1. cenová kalkulace

| 1. cenová kalkulace | | | | | | |
|--|--------------------|-----------------|---------------|--------------------------|-----------------------|-----------|
| | Vypočítané hodnoty | Získaná hodnota | Hmotnost [kg] | Plocha [m ²] | Efektivita modulu [%] | Cena [Kč] |
| Solární generátor | | | | | | |
| Yingli YL230PT-29b polykrystalický solární panel | 679,7 Wp | 3 x 230 Wp | 3 x 19,8 | 3 x 1,634 | 14,1 | 32 709 |
| Akumulátor | | | | | | |
| Banner | 557,4 Ah | 3 x 200 Ah | 3 x 66 | | | 29 340 |
| Regulátor nabíjení | | | | | | |
| IVT MPPT 30 A | | | | | | 4390 |
| | | | | | | 66 439 |

Kalkulace byla vytvořena pro solární generátor se třemi panely, třemi akumulátory s kapacitou 200 Ah a regulátorem nabíjení.

Další kalkulačky jsou v příloze I.

Pro vícekritériální srovnání technickoekonomických parametrů byl zvolen akumulátor HZY s gelovým elektrolytem, protože jeho životnost je udávána až 12 let a je vhodný pro solární a větrné zdroje energie a regulátor nabíjení IVT MPPT 30 A.

Jako kritéria pro srovnání byla zvolena cena, plocha potřebná k požadovanému výkonu solárního modulu, hmotnost sestavy a efektivita. Za nejdůležitější kritéria byla zvolena cena a efektivita modulu. Životnost všech modulů se pohybuje v rozmezí 20 – 25 let.

Vícekritériální srovnání jednotlivých sestav je v příloze III.

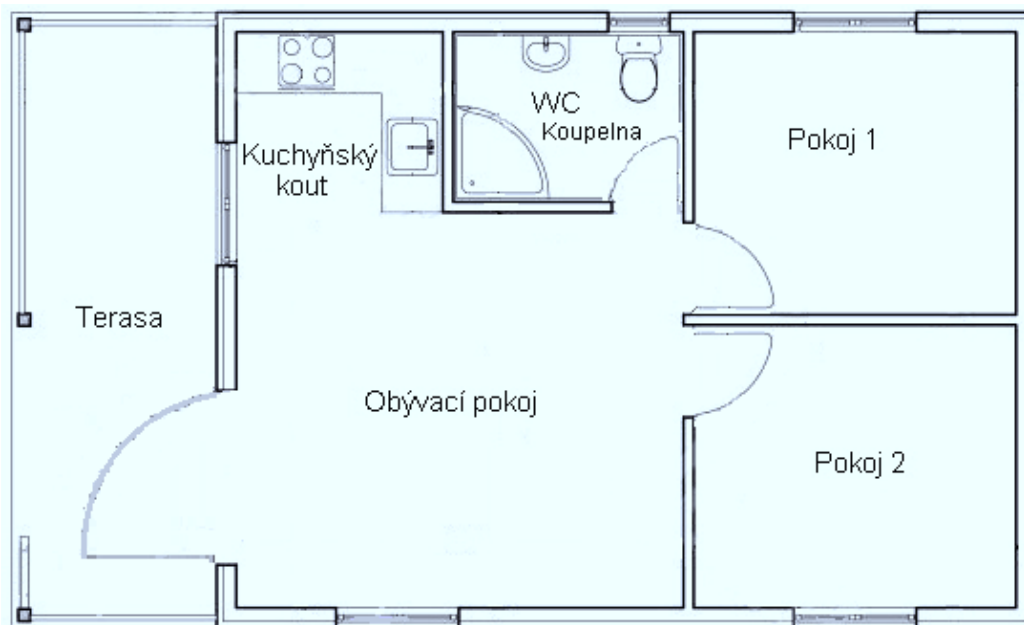
5 Autonomní elektrická výbava horské chaty

Pro druhou modelovou situaci byl zvolen objekt horské chaty. Tento objekt bude využíván celoročně, ale vzhledem k vysokohorské lokalitě lze předpokládat, že zde není zaveden přívod elektrické energie.

Výroba elektrické energie a její dodávka do akumulátorů pro užívání této chaty bude založena na obnovitelném procesu výroby elektrické energie – slunci a větru. Bude využito přímé přeměny slunečního záření na elektrickou energii a ohřev teplé vody. Solární a větrný generátor bude v ročním průběhu pracovat tak, že v letním období bude převažovat sluneční energie a v zimním období energie větru. Tak využíváním dvou nezávislých zdrojů bude docílena zvýšená jistota zásobování elektrickou energií. V případě, že by jeden systém vypadl v důsledku poruchy, je druhý dále provozuschopný. V momentu nedostatečného napájení z obou zdrojů energie z důvodu nepříznivých podmínek bude k dispozici motorový agregát pro zajištění kontinuity dodávky elektrického proudu a autonomie objektu.

Voda je získávána z horského pramenu, která je filtrována a přiváděna pomocí čerpadla do velké nádrže u objektu. Ohřívání užitkové vody probíhá pomocí kolektoru pro ohřev teplé vody.

Nákres horské chaty je uveden v příloze X.



Obrázek 18

Dispoziční řešení horské chaty

5.1 Spotřeba energie

Objekt je dimenzován pro dvě až čtyři osoby, je tvořen 2 pokoji, sociálním zařízením a obytnou místností s kuchyňským koutem vybaveným vařičem na plyn. Vytápění objektu bude řešeno krbem na tuhé palivo.

Bylo zvoleno systémové stejnosměrné napětí 24 V, z kterého pomocí měniče napětí dostaneme střídavé napětí 230 V. Je tedy nutno do systému zakomponovat měnič napětí, kterým bude zajištěno potřebných střídavých 230 V požadované jakosti. Systém bude pracovat pouze v ostrovním režimu.

Byl zjištěn příkon každého spotřebiče, který je uveden v katalogovém listu nebo na typovém štítku, a jeho přibližná denní doba provozu. Z těchto hodnot byla vypočítána denní spotřeba energie ve watthodinách [Wh/d].

Vzorec pro výpočet:

$$\text{spotřeba energie } A \text{ [Wh/d]} = \text{příkon } P \text{ [W]} \times \text{doba provozu [h/d]}$$

Tabulka 17

Přehled denní spotřeby

| Číslo | Spotřebič | Doba provozu [h/d] | Příkon P [W] | Počet kusů | Spotřeba energie A [Wh/d] |
|-------|---------------------------------------|--------------------|-------------------|------------|---------------------------|
| 1 | TV LCD 47 cm | 4, Stand - by 20 | 29, Stand -by < 1 | 1 | 116, Stand - by 20 |
| 2 | Rádio | 5 | 30 | 1 | 150 |
| 3 | Chladnička 194/116 l | 9,5 | 61 | 1 | 579,5 |
| 4 | LED svítidlo | 0,5 | 1,5 | 3 | 2,25 |
| 5 | LED svítidlo | 0,5 | 12 | 3 | 18 |
| 6 | LED svítidlo | 4 | 15 | 4 | 240 |
| 7 | Zářivkové svítidlo | 0,5 | 55 | 2 | 55 |
| 8 | Zářivkové svítidlo | 2 | 60 | 1 | 120 |
| 9 | Vodní čerpadlo | 1,5 | 180 | 1 | 270 |
| 10 | Varná konvice 1 l | 0,5 | 800 | 1 | 400 |
| 11 | Ventilátor | 1,5 | 18 | 2 | 54 |
| 12 | Celková spotřeba energie A_d [Wh/d] | | | | 2 024,75 |
| 13 | Maximální příkon P_{MAX} [W] | | | | 1 406,5 |

5.2 Dimenzování solárního panelu

Tabulka 18

Výkon solárního generátoru

| Výkon solárního generátoru | | | |
|----------------------------|---|---|----------------|
| Číslo | Veličina | Výpočet | Hodnota |
| 1 | Energetický výnos pro místo od června do září | z tabulky 2 byla zvolena průměrná hodnota | 2,05 |
| 2 | Korekce 0° | 1,00 | 1,00 |
| 3 | Energie generátoru [Wh/(d×Wp)] | řádek 1×řádek 2 | 2,05 |
| 4 | Výpočet výkonu modulu P _{PV} [Wp] | celková spotřeba energie/(řádek 3×0,8) | 1 234,6 |

Výkon solárního modulu byl zvolen 1250 Wp.

5.3 Dimenzování větrné elektrárny

U autonomních systémů se často využívá mikroelektráren produkující napětí 12 V nebo 24 V a výkonem 0,1 kW – 5 kW. V podmínkách ČR jsou vhodné větrné podmínky ve výšce nad 500 m.n.m.

Pro dimenzování větrné elektrárny je nutné:

- změřit průměrnou rychlost a četnost směru větru (ideální je roční měření)
- znát množství a parametry překážek (způsobují turbulenci brání proudění větru, např. porosty, stromy, stavby)
- nepříznivé meteorologické jevy (námraza způsobující odstávku)
- nadmořskou výšku (rozdílná hustota vzduchu)

Nabídka větrných elektráren je v příloze VIII.

5.4 Dimenzování akumulátoru

Dimenzování zásobníku elektrické energie bylo vypočítáno ze vzorce:

potřeba ampérhodin [Ah/d] = potřeba energie [Wh/d] / U_s systémové napětí [V]

Toto solární zařízení pracuje se systémovým napětím 24 V.

Pro celoroční provoz zařízení je vyžadováno velmi vysoké zabezpečení napájení. Je tedy nutno počítat minimálně s deseti autonomními dny. V tomto případě se jedná o rekreační

objekt, u kterého jsou nároky nižší. Pokud by se jednalo o objekt k trvalému obývání, muselo by se počítat s vyšším zabezpečením. Kontinuita dodávky elektrické energie je zajištěna třemi nezávislými zdroji, baterie může být menší. Extrémně vysoká cena baterie by při její životnosti přesáhla náklady na benzín do centrály.

Tabulka 19

Kapacita akumulátoru

| Kapacita akumulátoru | | | |
|----------------------|---|----------------------------------|--------------|
| Číslo | Veličina | Výpočet | Hodnota |
| 1 | Systémové napětí U_s [V] | zvoleno | 24 |
| 2 | Potřeba Ah [Ah/d] | celková spotřeba energie/řádek 1 | 84,4 |
| 3 | Autonomní dny | zvoleno | 3 |
| 4 | Hloubka vybití hV [%] | zvoleno | 50 |
| 5 | Výpočet kapacity akumulátoru C_a [Ah] | řádek 2×řádek3/řádek4 | 506,4 |

Kapacita akumulátoru byla zvolena 510 Ah.

5.5 Dimenzování zbývajících součástí

5.5.1 Pojistky

Vzorec pro výpočet:

proud zátěže I_z [A] = příkon všech spotřebičů P [W] / systémové napětí U_s [V]

Tabulka 20

Velikost pojistky

| | Příkon spotřebičů [W] | Velikost jističe [A] | Proud [A] |
|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------|
| Světelný okruh 1 | 156 | 10 | 0,68 |
| Světelný okruh 2 | 114,5 | 10 | 0,5 |
| Zásuvkový okruh 1 | max. 1200 | 16 | 5,22 |
| Zásuvkový okruh 2 | max. 1200 | 16 | 5,22 |

5.5.2 Vedení

Pro zásuvkový obvod bylo zvoleno vedení CYKY – J 3 x 2,5 mm² a pro světelný obvod CYKY – J 3 x 1,5 mm². U světelného obvodu je dovolený úbytek napětí 2 %, u

zásuvkového obvodu 5 % jmenovitého fázového napětí. Každý obvod byl kontrolován na dovolené oteplení pro referenční uložení A. Kabele těmto podmínkám vyhověly.

5.5.3 Regulátor nabíjení

Pro tuto situaci je zvolen regulátor napětí na systémové napětí 24 V.

5.5.4 Měnič 24 V/ 230 V

Měnič je elektronický přístroj, převádějící stejnosměrné napětí na střídavé, například 230 V s frekvencí 50 Hz. Stejnosměrný proud je rozložen na střídavý pomocí elektronických výkonových tranzistorů, jejichž pomocí se proud 20000krát za sekundu zapíná a vypíná. Takto získaný rozložený stejnosměrný proud lze pomocí transformátoru transformovat na požadované vyšší napětí.

Jsou rozlišovány dva typy střídačů podle použití:

- izolované, vyrábějící střídavý proud pro izolovanou síť oddělenou od veřejné sítě
- paralelní se sítí, které jsou navrženy speciálně pro zařízení spojená s elektrickou rozvodnou sítí

Důležité parametry střídačů:

- vstupní napětí (dodávány s výkonem mezi 100 W a 2 kW pro jmenovitá napětí 12, 24 a 48 V)
- jmenovité napětí střídače musí být souhlasné s jmenovitým napětím akumulátoru
- účinnost u dobrých střídačů dosahuje až 85 % v širokém pracovním rozsahu
- odolnost proti zkratu – při zkratu dojde k automatickému vypnutí střídače
- odolnost proti přetížení – střídač při přetížení odpojí spotřebiče

Měnič je nutno zvolit s dostatečně velkým výstupním výkonem, aby byl schopen dodávat maximální trvalý výkon všech současně spuštěných spotřebičů. Jmenovitý výkon musí být vyšší nebo minimálně roven vypočítané hodnotě maximálního příkonu 1406,5 W.

Tabulka 21

Měníče napětí 24 V / 230 V

| Číslo | Výrobce | Jmenovitý trvalý výkon [W] | Vstupní napětí [V] | Výstupní napětí [V] | Frekvence [Hz] | Účinnost [%] | Cena [Kč] |
|-------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|----------------|--------------|--------------------------|
| 1 | TS - 1500 - 224B | 1 500 | 21,0 - 30 | 230 | 50 | 90 | 459.600EUR (11 090,2) |
| 2 | Solartec SP 2500 24V | 2 500 | 20 - 30 | 230 | 50 | 85 - 90 | 11 948 |
| 3 | Pesos PVI 2300 | 2 000 | 125 - 500 | 230 | 50 | 95 | nezjištěno |
| 4 | Sunny Boy SB 1700 | 1 550 | 139 - 320 | 230 | 50 | 91,8 | 24 403 |
| 5 | sinusový měnič napětí SPS 2000 - 242 | 2 000 | 24 | 220/230/240 | 50/60 | 93 | 10 500 |
| 6 | Neosolar CAR 2K 242 | 2 000 | 24 | 230 | 50 | 85 | 4 690 |
| 7 | Neosolar SW - 2000 - 24 | 2 000 | 22 - 30 | | 50 | 88 | 18 990 |
| 8 | Waeco SinePower MSP 1524 | 1 500 | 21 - 30 | 230 | 50 | 93 | 23 895 |
| 9 | Studer XPC 2800-12 | 2 500 | 9,5 - 17 | 230 | 50 | 93 | 81 518 |

5.6 Ohřev užitkové vody

Bylo nutno stanovit potřebné množství energie vycházející ze zjištěné potřeby teplé vody. V tabulce 22 jsou uvedena směrná čísla pro jednotlivé úkony.

Tabulka 22

Směrné hodnoty pro spotřebu teplé vody

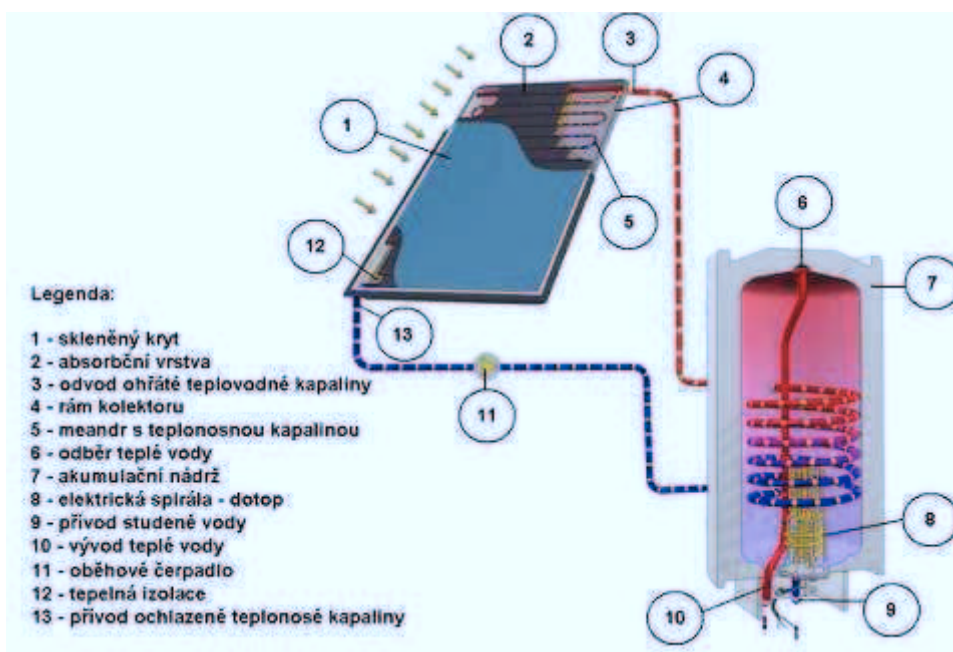
| Číslo | Použití | Spotřeba [l] | Teplota [°C] | Potřeba energie v kWh (teplota studené vody 10 °C) |
|---------------------|----------------------------|--------------|--------------|---|
| Tělesná péče | | | | |
| 1 | Umytí rukou, obličeje | 2 - 5 | 37 | 0,06 - 0,16 |
| 2 | Čištění zubů | 1 - 2 | 37 | 0,03 - 0,06 |
| 3 | Mytí vlasů | 10 - 20 | 37 | 0,3 - 0,6 |
| 4 | Sprchování | 30 - 50 | 37 | 0,9 - 1,5 |
| Domácnost | | | | |
| 5 | Ruční mytí nádobí | 10 - 15 | 45 | 0,4 - 0,6 |
| 6 | Úklid domácnosti (3 vědra) | 30 | 35 | 0,9 |

Tabulka 23

Předpokládaná denní spotřeba teplé vody

| Číslo | Použití | Spotřeba [l] | Teplota [°C] | Potřeba energie v kWh (teplota studené vody 10 °C) |
|---------|------------------------|--------------|--------------|--|
| 4 osoby | | | | |
| 1 | Umytí rukou, obličeje | 2 - 5 | 37 | 0,06 - 0,16 |
| 2 | Čištění zubů | 1 - 2 | 37 | 0,03 - 0,06 |
| 4 | Sprchování | 30 - 50 | 37 | 0,9 - 1,5 |
| 5 | Ruční mytí nádobí | 10 - 15 | 45 | 0,4 - 0,6 |
| 6 | Celková denní spotřeba | 192 | | 6,06 kWh/d |

Pro ohřev vody bude brán denní průměr 192 l se spotřebou energie 6,06 kWh/d.

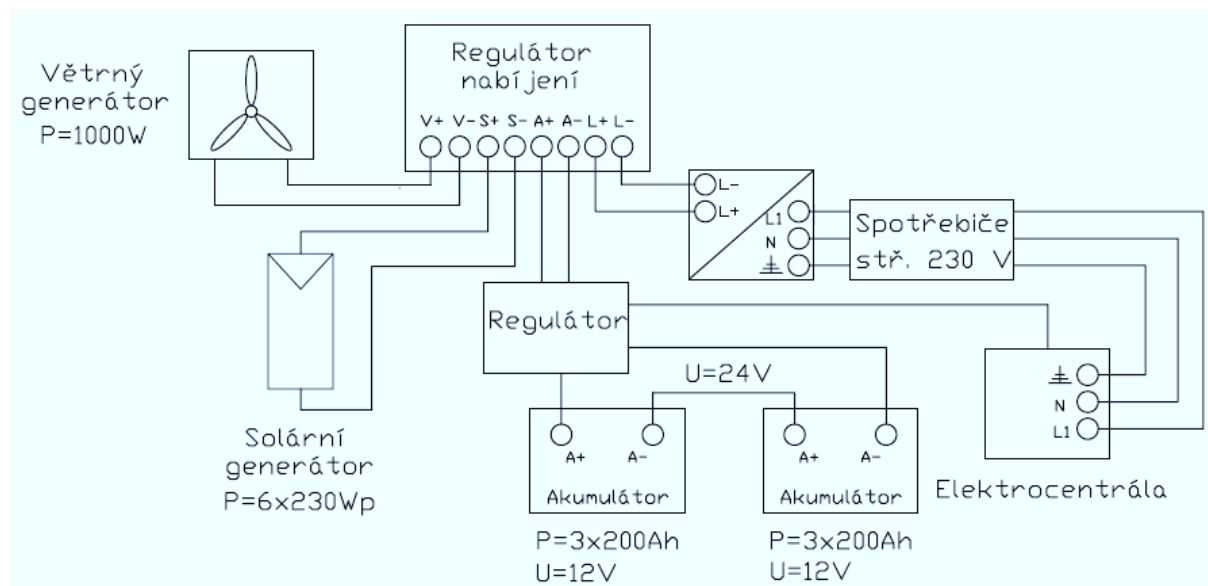


Obrázek 19

Schéma systému s nuceným oběhem

U těchto systému je nutno investovat pouze oběhové čerpadlo na elektrickou energii, jinak běží sám. Výhodou těchto systémů je, že díky použitému oběhovému čerpadlu je možno umístit kolektor a zásobník svobodně. Vhodným dimenzováním dílů lze provozovat systém tak, aby pracoval s co nejvyšší účinností. [1]

5.7 Zdrojová soustava pro horskou chatu



Obrázek 20

Schéma hybridního systému pro horskou chatu

Hybridní systém pro horskou chatu je tvořen solárním generátorem o výkonu 1380 Wp, větrným generátorem 1000 W, regulátorem nabíjení (zapojen mezi generátory a akumulátory), akumulátory a měničem napětí.

Regulátor nabíjení chrání akumulátory proti přebíjení nebo hlubokému vybití, měří stupeň nabití akumulátorů a v případě potřeby generátory odpojí. Při poklesu napětí na akumulátorech panely opět připojí k dobíjení.

Měnič je dimenzován na základě maximálního příkonu všech spotřebičů s určitou rezervou pro spotřebiče přidané v budoucnu.

Měnič musí mít:

- vysokou účinnost při malé zátěži
- malou vlastní spotřebu energie
- odolnost vůči krátkodobému přetížení
- ochranu proti přepětí a přetížení ve střídavé části
- schopnost přizpůsobit výstupní frekvenci požadavkům spotřebičů

V případě dobrých podmínek pro výrobu energie ze Slunce a větru je spotřeba všech zařízení pokryta. Nepříznivé podmínky způsobí nedostatek energie a musí být použity akumulátory. Při hloubce vybití akumulátorů na 50 % (ochrana před zničením a zkrácením životnosti článků) jsou pomocí přepínače automaticky odpojeny a zároveň dojde k nastartování elektrocentrály. K rozběhu potřebuje elektrocentrála 1 – 2 minuty. Proto je vhodné mezi zásuvku a přístroj (např. oběhové čerpadlo, lednici, počítač) vsadit náhradní zdroj (UPS) nebo zvolit typ elektrocentrály s automatickým startem, který má podobný systém zabudovaný. Obnovením dodávky elektrické energie ze Slunce nebo větru se elektrocentrála automaticky odpojí a vypne.

5.8 Cenová kalkulace pro horskou chatu

Cenová kalkulace byla provedena pro pět samostatných nabídek s odlišnými komponenty.

Tabulka 24

1. cenová kalkulace

| 1. cenová kalkulace | | | | | | |
|--|----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| | Vypočítané hodnoty | Získaná hodnota | Hmotnost [kg] | Plocha [m ²] | Efektivita modulu [%] | Cena [Kč] |
| Solární generátor | | | | | | |
| Yingli YL230PT-29b polykrystalický solární panel | 1 234,5 Wp | 6 x 230 Wp | 6 x 19,8 | 6 x 1,634 | 14,1 | 65 418 |
| Větrný generátor | | | | | | |
| VHISPER 200 LAND 24V/1000W | | 1000W | 30 | | | 2 369.640 EUR (57 180) |
| Elektrocentrála | | | | | | |
| ITC Power GG3100L | | 3,1 kW | 49 | | Hlučnost [dB] 68 | 10 747 |
| Akumulátor | | | | | | |
| Banner | 506,4 Ah | 6 x 200 Ah | 6 x 66 | | | 58 680 |
| Regulátor nabíjení | | | | | | |
| IVT MPPT 30 A | | | | | | 4 390 |
| Měnič 24 / 230 V | Jmenovitý trvalý výkon [W] | Vstupní napětí [U] | Výstupní napětí [V] | Frekvence [Hz] | Účinnost [%] | Cena [Kč] |
| Sunny Boy SB 1700 + ESS 1-fázový, 2xMC | 1 550 | 139 - 320 | 230 | 50 | 91,8 | 24 403 |
| | | | | | | 220 818 |

Kalkulace byla vytvořena pro solární generátor s šesti panely, větrnou elektrárnu, akumulátory, regulátor nabíjení, měnič napětí a elektrocentrálu. Akumulátory jsou zapojeny vždy dva do série pro získání 24 V napětí. Pro dosažení požadované kapacity je třeba paralelně zapojit 3 dvojice.

Další kalkulace jsou uvedeny v příloze IV.

Pro vícekritériární srovnání technickoekonomických parametrů zvolených komponentů sestavy byl zvolen akumulátor HZY s gelovým elektrolytem, jehož životnost je udávána až 12 let a je vhodný pro solární a větrné zdroje energie. Větrná elektrárna Vhisper 200 Land s výkonem 1 000 W, elektrocentrála Heron EGM 30 AVR se stejným výkonem.

Kritérii pro srovnání byly cena, plocha potřebná k požadovanému výkonu solárního modulu, hmotnost sestavy, efektivita panelu a účinnost měniče. Nejdůležitějším kritériem byla cena, účinnost a efektivita modulu.

Životnost všech modulů se pohybuje v rozmezí 20 až 25 let.

Vícekritériární srovnání jednotlivých sestav uvádím v příloze VI.

5.9 Elektrocentrály

Jsou to zařízení vyrábějící elektrickou energii pomocí spojení motoru a alternátoru do jednoho celku. Elektrocentrály lze použít pro celou řadu aplikací jako přenosná, mobilní nebo stacionární. Startování je prováděno ručně nebo automatickým startérem. Motory se používají benzínové čtyřtákní nebo naftové s přímým vstřikem paliva.

Hlavní částí elektrocentrály jsou spalovací motor, alternátor, rozvaděč, odrušovací filtr, regulátor otáček při změně velikosti zátěže.

Připojení elektrocentrály jako náhradního zdroje v případě nedostatečného výkonu z akumulátoru je prováděno automaticky přes regulátor při 50 % vybití, aby nedocházelo k poškození akumulátorů při hlubokém vybití. Tím je zajištěna přímá dodávka elektrické energie do okruhu 230 V pro pokrytí spotřeby. Akumulátory nejsou pomocí elektrocentrály nabíjeny.

Elektrický výkon elektrocentrály je závislý na stupni účinnosti motoru (75 % – 80 %) a ztrátách v alternátoru. Nelze u většiny elektrocentrál automaticky spojit označení názvu s jejím výkonem. Většinou platí, že 1kW výkonu motoru je maximálně 0.65 kVA výkonu elektrocentrály.

Požadavky na elektrocentrálu:

- nejdůležitějším parametrem je stálý výstupní výkon elektrocentrály (maximální výkon dodávaný elektrocentrálou nepřetržitě po neomezenou dobu)

- doba provozu (závisí na spotřebě a na objemu palivové nádrže)
- startování (pomocí lana u menších benzinových centrál nebo elektrického startéru u větších benzinových a naftových centrál)
- důležitý údaj je kvalita regulace výstupního napětí (elektronika a počítače jsou citlivé na výkyvy napětí)

Přehled elektrocentrál na trhu je uveden v příloze VII.

6 Přehled dostupných spotřebičů 12 V a 24 V ss

Výběr spotřebičů na provozní napětí 12 V nebo 24 V je velmi omezen. V tabulce jsou uvedeny dostupné spotřebiče na našem trhu.

Tabulka 25

Přehled televizorů

| LCD televize | | | | | |
|-----------------------|---|----------------|------------|---------------------|-----------|
| Výrobce | Výbava | Úhlopříčka ["] | Příkon [W] | Napájecí napětí [V] | Cena [Kč] |
| Alphatronics K-16 eDS | integrováný DVB-T a DVB-S tuner, čtečka karet SD/MMC | 16 | 38 | 12/230 | 10 900 |
| Alphatronics K-16 eDD | integrováný DVB-T a DVB-S tuner, řtečka karet SD/MMC, integr. DVD přehrávač | 16 | 38 | 12/230 | 8 990 |
| Klasická obrazovka | | | | | |
| Thomson 14 MK 142 | | 14 | 35 | 12/24/230 | 4 970 |
| LED televize | | | | | |
| Alphatronics M-22eW | | 22 | 30 | 12/230 | 11 400 |

Tabulka 26

Přehled chladniček

| Chladničky | | | | | | |
|--------------------------|--------------|--------------|-----------|------------------|---------------------|-----------|
| Výrobce | Druh | Teplota [°C] | Objem [l] | Příkon [W] | Napájecí napětí [V] | Cena [Kč] |
| Engel CK-45-E | kompresorová | od +5 do -2 | 45 | 32 | 12 | 14 300 |
| Engel CK-65-E | kompresorová | od +5 do -2 | 55 | 36 | 12/24/230 | 19 100 |
| Dometic RM 4401 LM | absorpční | - | 97 | 130/135/260g/den | 12/230/plyn | 25 600 |
| WAECO CoolMatic CR-0050E | kompresorová | - | 43+ 5 | 40 | 12/24 | 16 200 |
| DOMETIC RMS 8500 | absorpční | - | 81+ 9 | 120/125/260g/den | 12/230/plyn | 26 300 |

Tabulka 27

Přehled varných konvic

| Varná konvice | | | | |
|----------------------------------|-----------|------------|---------------------|-----------|
| Výrobce | Objem [l] | Příkon [W] | Napájecí napětí [V] | Cena [Kč] |
| WAECO PerfectKitchen MCK 750 | 0,75 | 200/380 | 12/24 | 1 045 |
| Cestovní ohřívač - ponorný vařič | - | 150 | 12 | 504 |

Tabulka 28

Přehled kávovarů

| Kávovar | | | | |
|--------------------------|-----------|------------|---------------------|-----------|
| Výrobce | Objem [l] | Příkon [W] | Napájecí napětí [V] | Cena [Kč] |
| WAECO PerfectCoffee MC01 | 150 | 180/360 | 12/24 | 400 |
| WAECO PerfectCoffee MC05 | 0,68 | 200/380 | 12/24 | 1 248 |
| WAECO PerfectCoffee MC06 | 750 | 380 | 24 | 4 548 |
| WAECO PerfectCoffee MC08 | 0,75 | 200 | 12 | 2 100 |

Tabulka 29

Přehled ostatních spotřebičů

| Ostatní | | | |
|-----------------------------|------------|---------------------|-----------|
| Výrobce | Příkon [W] | Napájecí napětí [V] | Cena [Kč] |
| Vysoušeč vlasů Brunner | 168 | 12 | 265 |
| Vysavač VACUBOY | 175/260 | 12/230 | 2 837 |
| Vysavač WAECO PowerVac Akku | 90 | 12/24 | 1 468 |
| Vysavač VOLT - VACUBOY | 175/240 | 12/220 | 2 622 |

7 Závěr

Obnovitelné zdroje energie, jejich podpora a zvyšování jejich podílu na spotřebě energie je jednou z priorit koncepce hospodárného nakládání s energií. Autonomní solární systémy v dnešní době prokazují své výhody v oblastech, v nichž pro jejich obtížnou dostupnost není možné připojení k veřejné distribuční síti.

Vzhledem k cenovým výkyvům ropných produktů, omezeným zásobám fosilních paliv, globálnímu oteplování, lokálnímu znečištění a růstu spotřeby energie se tyto systémy stávají stále důležitějšími. Je nutno je prosazovat a uplatňovat i v místech s obvyklými zdroji energie.

Velký potenciál využitelnosti autonomních solárních systémů představuje oblast lodní dopravy a zejména stavebnictví (podnikatelské objekty, rekreační a zdravotnická zařízení, bazény vyžadující celoroční ohřev apod.), kde mohou být využívány solární kolektory, solární soustavy určené k vytápění, přípravě teplé vody, ohřevu vody bazénů, chlazení, podpoře vytápění. Technologii solárních panelů lze velmi esteticky integrovat do budov – „sluneční“ architektury. Velkou pozornost veřejnosti vzbudila střecha kostela v Německu, na níž byly solární panely v podobě velkého kříže.

Dnes již existují solární technologie, které přetvářejí sluneční energii přímo na světlo a elektrickou energii. Ještě není vše objeveno, další rozvoj fotovoltiky nebude spočívat pouze v technickém zlepšování, ale nástup nanotechnologií přinese nevídané možnosti využití.

Ve své diplomové práci nabízím laikovi vysvětlení, co jsou obnovitelné zdroje energie, orientaci v jejich dělení, možnosti využití, na jakých principech pracují.

Zvláštní důraz kladu na ekonomickou efektivitu - investované prostředky by měly mít krátkou dobu návratnosti. Do budoucna by měly současné výkupní ceny solární energie klesat. Oddělení výkupních cen energie z elektrárny (menší podpora státu) na „zelené ploše“ a energie ze solárních panelů na střechách (větší podpora státu) by mělo motivovat běžné spotřebitele k instalaci elektráren na střechy svých domů. Vyhledávané budou i státní dotační programy.

Vypracoval jsem konkrétní aplikaci obnovitelných zdrojů energie na rekreační objekty - obytný přívěs a horskou chatu. Jako nejvhodnější variantu obnovitelných zdrojů jsem zvolil sluneční a větrnou elektrárnu. V případě blízkého vodního toku by bylo možno je doplnit i vodní elektrárnou. K vytápění by bylo možno použít dřevo, u větších objektů tepelné čerpadlo.

Dospěl jsem k přesvědčení, že využívání obnovitelných zdrojů energie je spolehlivé, dlouhodobě dostupné téměř všude, s minimálním negativním dopadem na životní prostředí. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena.

8 Seznam použité literatury

- [1] Ladener H. a Späte F.: Solární zařízení, Grada Publishing, 2003.
- [2] Haller A., Humm O., Voss K.: Solární energie, Grada Publishing, 2001.
- [3] Crome H.: Technika využití energie větru, HEL, 2002
- [4] Silektro [online]. c2011 [cit. 2011-04-02]. Autonomní systémy 12V/24V/230V. Dostupné z WWW: <<http://www.zdroje-energie.cz/index.php?Title=Autonomn%c3%ad%20syst%c3%a9my%2012V/24V/230V&>>.
- [5] Dvorský, E., Hejtmánková, P.: Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie. BEN, Praha, 2006.
- [6] Srdečný, K.: Energeticky soběstačný dům. ERA, Brno, 2006, dotisk 2007.
- [7] EkoWATT [online]. c2008 [cit. 2011-04-28]. Obnovitelné zdroje energie. Dostupné z WWW: <<http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie>>.
- [8] Solartec [online]. c1993-2011 [cit. 2011-04-28]. Pro občany. Dostupné z WWW: <<http://www.solartec.cz/cs/fv-systemy/pro-obcany.html>>.
- [9] Odborné časopisy [online]. c2010 [cit. 2011-02-15]. Elektro. Dostupné z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=22832>.
- [10] Henze Andreas, Hillebrand Werner: Elektrický proud ze slunce, HEL, 2000.
- [11] Murtinger Karel, Truxa Jan: Solární energie pro váš dům, Vydavatelství ERA, 2005.
- [12] Firemní katalogy
- [13] AEZ - zdroje [online]. c2010 [cit. 2011-04-28]. VETERNÉ OSTROVNÉ KOMPLETY. Dostupné z WWW: <<http://www.aez-zdroje.sk/veterne-elektrarne/veterne-ostrovne-komplety/>>.
- [14] Časopis stavebnictví [online]. c2007 [cit. 2011-03-15]. Hybridní soustava větrné elektrárny a solárních fotovoltaických článků. Dostupné z WWW: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/hybridni-soustava-vetrne-elektrarny-a-solarnich-fotovoltaickych-clanku_N1906>.
- [15] Energetický poradce [online]. 2008 [cit. 2011-04-18]. Solární kolektory. Dostupné z WWW: <<http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-slunce/solarni-kolektory.html>>.
- [16] Fyzikální ústav AV ČR [online]. c2008-2010 [cit. 2011-04-28]. Přeměna sluneční energie v energii elektrickou. Dostupné z WWW: <<http://www.fzu.cz/popularizace/premena-slunce-energie-v-energie-elektrickou#nove>>.
- [17] Tzb-info [online]. c2001-2011 [cit. 2011-03-28]. Fotovoltaika. Dostupné z WWW: <<http://energie.tzb-info.cz/fotovoltaika>>.

Přiložený disk CD

Na tomto disku jsou uloženy:

- 1.) Diplomová práce v souboru .pdf
- 2.) Katalogy produktů jednotlivých firem.
 - F1 - Yingli
 - F2 - Sanyo
 - F3 - Schott Poly
 - F4 - BP Solar
 - F5 - PV ENTERPRISE SWEDEN

Přílohy

Seznam příloh:

- I. cenová nabídka pro obytný přívěs,
- II. jednotná cenová nabídka pro obytný přívěs,
- III. vícekritériární analýza pro obytný přívěs,
- IV. cenová nabídka pro horskou chatu,
- V. jednotná cenová nabídka pro horskou chatu,
- VI. vícekritériární analýza pro horskou chatu,
- VII. elektrocentrály – nabídka trhu,
- VIII. větrné elektrárny – nabídka trhu,
- IX. nákres obytného přívěsu,
- X. nákres horské chaty.